Zeitschrift

für

Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz

Herausgegeben

von

Professor Dr. Hans Blunck

62. Band. Jahrgang 1955. Heft 3.

EUGEN ULMER · STUTTGART / z. Z. LUDWIGSBURG
VERLAG FÜR LANDWIRTSCHAFT, GARTENBAU UND NATURWISSENSCHAFTEN



Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Briefe, Manuskripte, Drucksachen usw.) sind zu richten an:
Professor Dr. H. Blunck, Pech bei Godesberg, Huppenbergstraße. Fernruf Bad Godesberg 7879.

Inhaltsübersicht von Heft 3

Originalabhandlungen

Berichte

ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz

62. Jahrgang | März 1955 | Heft 3

Originalabhandlungen

Innertherapeutische Insektizide

Eine Übersicht

Von M. Spindler[1])

Stoffgliederung

[1]) Literaturdienst Schädlingsbekämpfung der J. R. Geigy AG., Basel (Schweiz).

A. Einleitung

Wohl kein Gebiet der Phytopathologie hat in neuester Zeit das Interesse von Fachleuten und Laien in so starkem Maße auf sich gezogen wie die innere Therapie der Pflanze. Davon zeugen nicht zuletzt die zahlreichen Arbeiten, die in den letzten paar Jahren über die innere Therapie und ihre vielfältigen Probleme veröffentlicht worden sind. So zählt Giang (77) in einer Bibliographie über innertherapeutische Insektizide 455 Publikationen auf, von denen der größte Teil aus den letzten 5 Jahren stammt. Reynolds (157) ist der Ansicht, daß der Pflanzenschutz durch die Einführung der neuen innertherapeutischen Insektizide an einem ähnlichen Wendepunkt steht wie seinerzeit die angewandte Entomologie beim Aufkommen der DDT-Insektizide.

Unter dem Begriff „innere Therapie“ wird im Pflanzenschutz eine Behandlungsmethode verstanden, bei der den Pflanzen chemische Substanzen auf natürlichem oder künstlichem Wege einverleibt werden, um die Pflanzen von Krankheiten zu heilen oder um sie von Parasitenbefall zu befreien bzw. sie davor zu schützen. Die Idee, den Pflanzen zu irgendwelchen Zwecken chemische Stoffe von außen künstlich zuzuführen, ist sehr alt. Wie Stellwaag im Vorwort zur Monographie von Adolf Müller (145) über die innere Therapie der Pflanze ausführt, teilte schon Leonardo da Vinci im 15. Jahrhundert mit, daß man durch Einführen von Arsenik in den Stamm eines Obstbaumes dessen Früchte vergiften könne. Die ersten Versuche, auf innertherapeutischem Wege Pflanzenkrankheiten, vor allem Mangelkrankheiten, zu heilen, wurden bereits in der Mitte des vorigen Jahrhunderts unternommen. Schon damals versuchte man die Chlorose dadurch zu bekämpfen, daß man die erkrankten Pflanzen mit Lösungen von Eisensalzen begoß oder die Blätter mit derartigen Lösungen bestrich. So gelang es L. und A. Gris (81, 82), chlorotische Blätter durch Bestreichen mit Eisensalzlösungen zum Wiederergrünen zu bringen. Später hat Hiltner (97) durch Bespritzen kalkchlorotischer Lupinen mit einer Eisenvitriollösung eine Heilung und Wiederergrünung erzielt. In beiden Fällen handelte es sich um eine innere Therapie, da, wie Hiltner ausführt, die Stoffe im Innern der Blätter zur Auswirkung kamen.

Das Problem, pilzliche und tierische Schädlinge mit der Methode der inneren Therapie zu bekämpfen, haben unseres Wissens zum ersten Mal Brooks (27) sowie Dementjev (48) in den Jahren vor dem ersten Weltkrieg in Angriff genommen. Brooks versuchte, die Milchglanzkrankheit der Pflaumen, die durch den Pilz *Stereum purpureum* verursacht wird, nicht nur durch Angießen der Wurzeln mit einer Eisensulfatlösung, sondern auch durch Injektion dieser Lösung in den Stamm der erkrankten Bäume zu heilen. Wie Brooks und Baily (28) in einer späteren Mitteilung bekanntgaben, war diesen Versuchen kein Erfolg beschieden, womit frühere Behauptungen, daß die Milchglanzkrankheit durch eine derartige Behandlung geheilt werden könne, widerlegt waren. Dementjev ging bei seinen Versuchen, die Pflanzen durch eine innertherapeutische Behandlung gegen Insektenbefall zu schützen, von der Annahme aus, daß durch eine geringe Änderung des Pflanzensaftes in stofflicher oder geschmacklicher Hinsicht eine abschreckende Wirkung auf monophage, saugende Insekten erzielt werden könnte. Tatsächlich gelang es Dementjev durch Injektion einer Bariumchloridlösung in einen befallenen Apfelbaum, diesen innerhalb von 10 Tagen von der Blutlaus (*Eriosoma lanigerum*) zu befreien. Vom Verfahren, den Pflanzensaft für die Schädlinge zu vergällen, führte nur ein kleiner Schritt zur Idee, dem Saft giftige Substanzen zuzuführen, um die Schädlinge auf diese Weise gerade abzutöten, statt sie nur abzuschrecken. Sandford (168, 169) verwirklichte schon 1914 diese Idee, indem er an einem 12 Jahre alten spanischen Ginster, der stark von der Orangenschildlaus (*Icerya purchasi*) befallen war, ein Bohrloch anbrachte und dieses mit Kaliumzyanid-Kristallen füllte. Bereits nach 2 Tagen begannen die Schildläuse vom Baum abzufallen, und nach einigen Tagen waren alle abgetötet.

Einen wesentlichen Beitrag zur inneren Therapie der Pflanze lieferte Müller (145) mit seiner 1926 erschienenen Monographie, in der er unter Heranziehung der einschlägigen Literatur und unter Verwertung eigener Versuche, in denen er einige grundlegende Fragen abklären konnte, eine umfassende Übersicht über den damaligen Stand des Gebietes gab. Bei der Prüfung einiger anorganischer und organischer Stoffe auf ihrer Verwendbarkeit in der inneren Therapie erhielt Müller mit Pyridin und Aluminiumsulfat interessante Resultate, indem er mit diese Substanzen Pflanzen von Blut- und Blattläusen befreien konnte, wobei die Applikation der Chemikalien nach verschiedenen Methoden erfolgte. Wenn die Arbeiten

von Müller zu keinem greifbaren Erfolg führten, so lag dies zur Hauptsache daran, daß zu jener Zeit keine geeigneten chemischen Verbindungen zur Verfügung standen. Zahlreiche Einzelbeobachtungen sowie die Schlußfolgerungen, die Müller aus seinen Untersuchungen zog, besitzen aber auch heute noch Gültigkeit, wie denn überhaupt diese Monographie als die klassische Darstellung des gesamten Problemkreises der inneren Therapie der Pflanze betrachtet werden kann.

Auch in der Folgezeit wurde der inneren Therapie Bedeutung beigemessen, da dieses Verfahren weiterhin als erfolgversprechend für den Pflanzenschutz betrachtet wurde. Neuen Auftrieb erhielt diese Forschungsrichtung sodann durch die großartigen Erfolge, die in der Medizin mit den Chemotherapeuticis errungen wurden.

Wenn es auch nicht zu leugnen ist, daß die innere Therapie der Pflanze und die Bekämpfung der Infektionskrankheiten in der Human- und Veterinärmedizin mittels Chemotherapie oder Schutzimpfung viele gemeinsame Züge aufweisen, so muß andererseits doch auch nachdrücklich auf die grundsätzlichen Unterschiede zwischen diesen therapeutischen Verfahren hingewiesen werden, die sich einmal aus dem ganz verschiedenartigen Substrat, mit dem sich der Pflanzenschutz bzw. die Medizin zu befassen hat (Pflanze bzw. Mensch oder Tier), und dann aus der gänzlich verschiedenen Zielsetzung ergeben, der sich diese beiden Disziplinen in ihrem Arbeitsbereich gegenübergestellt sehen. Gemeinsam ist beiden therapeutischen Verfahren, daß dem Wirtsorganismus körperfremde Stoffe zugeführt werden, die sich durch möglichst große Parasitotropie auszeichnen. In dieser Hinsicht sind auf dem Gebiet der inneren Therapie der Pflanze sogar größere Fortschritte als bei der Chemotherapie in der Medizin erzielt worden, da die insektiziden Substanzen die Parasiten meist vollständig abtöten und nicht nur in deren Stoffwechsel eingreifen und damit deren Wachstum und Vermehrung (Bakteriostase) hemmen wie die Chemotherapeutika (Sulfonamide, Antibiotika). Die innere Therapie der Pflanze erfüllt also einen in der Medizin lange gehegten Wunsch, der hier jedoch nirgends in Erfüllung gegangen ist, nämlich eine „Therapia sterilisans magna“ zu sein, weil es gelang, insektentötende Stoffe zu finden, die bei „innerlichem Gebrauch“ für den Wirtsorganismus unschädlich sind. Wie bereits erwähnt, bestehen jedoch zwischen der inneren Therapie der Pflanze und der Chemotherapie Unterschiede grundsätzlicher Art, die darin begründet sind, daß die Einstellung zum einzelnen Objekt in der Humanmedizin und im Pflanzenschutz ganz verschieden ist. In der Human- und meistens auch in der Veterinärmedizin steht normalerweise das einzelne Individuum im Mittelpunkt des ärztlichen Handelns (Individualmedizin). Einzig der Hygieniker und Sozialmediziner gehen bei ihrem ärztlichen Vorgehen von gruppenmedizinischen Erwägungen aus, doch gelten auch ihre Maßnahmen (Schutzimpfung, Schirmbildaktionen) letzten Endes der Erhaltung des einzelnen Individuums, das sowohl vom Standpunkt der Individual- als auch der Sozialmedizin einen ethischen Wert und eine ökonomische Bedeutung hat. Demgegenüber besitzt jedoch die einzelne Pflanze keinen ethischen Wert und meist auch nur einen geringen Handelswert. An die Stelle des Individuums in der Humanmedizin tritt daher im Pflanzenschutz die Sorte oder Rasse in den Vordergrund. Das Ziel des Pflanzenschutzes besteht nach Gäumann (68) darin, einen Pflanzenbestand oder eine ganze Kultur gegen Schädlinge zu schützen oder davon zu befreien und nicht ein einzelnes Individuum zu erhalten, wie es die primäre Aufgabe der Humanmedizin ist. Wegen des geringen Handelswertes des einzelnen pflanzlichen Individuums kommt es daher für den Pflanzenarzt außer vielleicht bei Obstbäumen nicht in Frage, einzelne Individuen zu behandeln. Diese ganz verschiedene Bedeutung des Individuums gilt es immer im Auge zu behalten, wenn Vergleiche zwischen der Phytopathologie und der Humanmedizin und ihren therapeutischen Verfahren gezogen werden.

Es ist nicht die Aufgabe dieser Literaturübersicht, eine Einführung in den ganzen Fragenkomplex der inneren Therapie der Pflanze zu geben, weil dies viel zu weit in die allgemeine Phytopathologie führen würde, sondern das Schwergewicht soll auf die Beschreibung der Mittel gelegt werden, die sich als innertherapeutisch wirksam erwiesen haben. — In früheren Jahren wurden derartige Substanzen als Impfmittel bezeichnet, und das Verfahren der inneren Therapie hieß früher Impfmethode (Trappmann; 192). In der englischen Literatur war der Ausdruck „plant injection“ gebräuchlich (Martin; 136). Die heute allgemein gebräuchliche Bezeichnung „systemische Insektizide“ geht unseres Wissens auf Martin und Shaw (135) zurück, die sie zum ersten Mal im B. I. O. S. Final Report 1095 (1946) zur Charakterisierung von Substanzen, die in den „Leitungs-Systemen“, d. h. im Innern lebender Pflanzen eine chemotherapeutische Wirkung entfalten, anwandten

(vgl. auch Martin; 137). Im deutschen Sprachgebrauch werden derartige Substanzen in Anlehnung an den Fachausdruck „innere Therapie" auch als „innertherapeutische" Insektizide bezeichnet. In der französischen Literatur ist neben der Bezeichnung „insecticides systémiques" auch der Ausdruck „insecticides télétoxiques" gebräuchlich (Bonnemaison; 22). Balachowsky (12) verwendet hierfür den Begriff „insecticides cytotropes". In Holland ist auch die Bezeichnung „endophytisch" geläufig.

Eine erste brauchbare Definition dessen, was man unter „innertherapeutischen Insektiziden" zu verstehen hat, gab Bennett (17). Nach diesem Autor dürfen mit dem Ausdruck „systemische Insektizide" nur chemische Substanzen bezeichnet werden, die von der Pflanze absorbiert und nach anderen Teilen geleitet werden, wodurch die Pflanze während einiger Zeit insektizid wird. Für das Kriterium der innertherapeutischen Wirksamkeit ist also die Frage ausschlaggebend, ob die betreffende Substanz in der Pflanze vom Ort der Applikation nach anderen Stellen, d. h. zum Erfolgsort, geleitet wird und dort die gewünschte Wirkung erzielt. Die Substanzen müssen also, um mit Unterstenhöfer (194) zu reden, einen sogenannten „translokalen Effekt" besitzen. Dieser Effekt unterscheidet sich gründsätzlich von der sogenannten „Tiefenwirkung", die einer ganzen Anzahl der neueren synthetischen Insektizide, so dem Hexachlorcyclohexan, Parathion und Diazinon und anderen eigen ist, worauf wir später noch zurückkommen werden (s. a. S. 151).

Unterstenhöfer (198) ergänzt die Definition Bennetts dahin, daß für das Wesen innertherapeutisch wirkender Pflanzenschutzmittel nicht nur ihre Aufnahme und Weiterleitung in der Pflanze charakteristisch sind, sondern auch eine zeitlich begrenzte Speicherung. Diese von verschiedenen Faktoren abhängige Speicherung entscheidet über die Dauerwirkung des Präparates. Durch die Aufnahme des Präparates, dessen Leitung und Speicherung greift nun die Pflanze selbst aktiv in den therapeutischen Vorgang ein, während sie bei den bisherigen Bekämpfungsverfahren als „Belagsunterlage" lediglich eine passive Rolle spielte.

Um die systemischen Substanzen den Pflanzen einzuverleiben, kennt die innere Therapie folgende Methoden (etwas modifiziert nach Müller; 145, und Trappmann; 192):

1. Absorption von Flüssigkeiten
   a) durch die verletzte Wurzel
   b) durch den verletzten Stamm (oft mittels komplizierter Apparate und unter Ausnützung des Transpirationsstroms)
   c) durch die Schnittfläche von Zweigen
   d) durch den intakten Stamm mittels „Stammbandagen" (Manschettenmethode)
2. Einführung fester, im Pflanzensaft löslicher Stoffe in die Pflanze unter Anbringung von Bohrlöchern in dem Stamm
3. Durchtränkung des Bodens mit Flüssigkeiten oder Einführung fester, wasserlöslicher Stoffe in den Boden zwecks Aufnahme derselben durch die intakten Wurzeln
4. Absorption der Substanzen durch den intakten Luftsproß mittels Spritzung der Blätter, Stengel und Äste
5. Eintauchen der Samen in Lösungen der systemischen Stoffe, wodurch die aufgehende Saat und die jungen Pflänzchen geschützt werden (auch systemisches Beizverfahren oder Quellungsmethode genannt).

Dazu ist zu bemerken, daß die unter 1 und 2 angeführten Methoden für die Praxis sowohl aus technischen Gründen als auch aus wirtschaftlichen Überlegungen heraus kaum in Frage kommen. Was die Methodik an sich anbetrifft, so muß darauf hingewiesen werden, daß durch das Anbringen von Bohrlöchern in dem Stamm und durch das Absägen der Wurzeln die Bäume nicht nur in ihrer Funktion geschädigt werden können, sondern daß dadurch auch Infektionen durch Pilze Tür und Tor geöffnet werden. Da ferner die Phytopathologie, wie bereits ausgeführt, ein ganz anderes Ziel verfolgt als die Humanmedizin, kommt eine Behandlung einzelner Bäume oder Pflanzen, womöglich noch mit einer komplizierten Apparatur, nur in den allerseltensten Fällen (Obst- und Zierbäume) in Betracht.

Für eine praktische Anwendung verbleiben somit nur Methoden 3 bis 5, die denn auch heute im Vordergrund des Interesses stehen. Zur dritten Methode ist zu sagen, daß die Behandlung des Bodens im Sinne einer Durchtränkung mit systemischen Stoffen ein etwas unsicheres Verfahren darstellt, weil bei dieser Applikationsart der Faktor Boden mit seinen physikalischen, chemischen und biologischen

Mechanismen eine nicht vorauszuberechnende, eminente Rolle spielt. So ist es bei einer Bodenbehandlung nicht möglich, die erfoderliche Konzentration genau zu berechnen, wie zum Beispiel im Falle einer Blattspritzung, weil die Adsorptionskräfte des Bodens im Einzelfall nicht bekannt sind. Bei einer Durchtränkung des Bodens ist ferner an das sogenannte „Wahlvermögen" der Wurzel bzw. der Wurzelrinde zu denken, das die Pflanze in den Stand versetzt, bis zu einem gewissen Grade aktiv über die Stoffaufnahme zu entscheiden, wobei die Pflanze bekanntlich die einen der dargebotenen Stoffe bevorzugen, andere dagegen zurückdämmen, nicht aber ausschließen kann. Trotz dieser Hindernisse besitzt die Bodenbehandlung aber nicht zu unterschätzende Vorteile, z. B. in toxikologischer Hinsicht, weil bei der Applikation giftiger Substanzen die Gefahr von Intoxikationen durch Spritznebel usw. vermieden wird. Ferner bleibt das innertherapeutische Insektizid längere Zeit für die Pflanze verfügbar, bildet also gewissermaßen ein Depot im Boden. Die Bodenbehandlung kommt jedoch nur für spezielle Fälle in Betracht, wie z. B. für Blumen und Ziergewächse sowie für Kaffee- und Kakaobäume.

Als weitaus am zweckmäßigsten hat sich in der Praxis die vierte Methode erwiesen, bei der die Pflanzen mit dem innertherapeutischen Mittel nach dem genau gleichen Applikationsverfahren, wie es auch sonst in der Praxis des Pflanzenschutzes üblich ist, bespritzt werden. Diese Methode erfordert erstens keine speziellen Apparate, da die Behandlung mit den gebräuchlichen Spritzgeräten durchgeführt werden kann, und ist außerdem einfach, rationell und ökonomisch.

Auf seiten der Pflanze ist die Voraussetzung für die bisher besprochenen Methoden durch die Saftleitung gegeben, die somit als die wichtigste Grundlage für die innere Therapie zu betrachten ist. Im Gegensatz zur Chemotherapie in der Humanmedizin, wo das Blut die Vehikelflüssigkeit für die Chemotherapeutika darstellt und ein geschlossenes Blutgefäßsystem vorhanden ist, liegen die Verhältnisse bei der inneren Therapie der Pflanze nicht einfach. Bekanntlich weist die höhere Landpflanze zwei im wesentlichen entgegengerichtete Saftströme auf (Huber; 103): 1. den Transpirationsstrom, der in den Gefäßteilen der sogenannten Leitbündel (im Xylem) aufsteigt und aus dem Boden Wasser und Nährsalze (im wesentlichen die Bodenlösung) durch Vermittlung der Wurzeln den oberirdischen Teilen zuführt, wo das Wasser, das als Transport- und Lösungsmittel diente, die Pflanze zuletzt im Vorgang der Transpiration dampfförmig verläßt, und 2. den Assimilatstrom, der im Siebteil (im Phloem) vorwiegend abwärts strömt und die Produkte der Kohlenstoffassimilation aus den grünen Blättern nach allen Verbrauchsstätten, wie Wurzeln, Speichergewebe, aber auch Triebspitzen, Blüten und Früchten transportiert. Der Transpirations- und Assimilatstrom unterscheiden sich aber nicht nur hinsichtlich ihrer verschiedenen Strömungsrichtung, sondern vor allem auch in ihrer chemischen Zusammensetzung. Während nämlich der Transpirationsstrom eine 0,1–0,01%ige Elektrolytlösung führt, enthält der Siebröhrensaft im allgemeinen 15–30% Trockensubstanz, und zwar zum allergrößten Teil Rohrzucker (bis zu 20%), eine Anzahl meist zur Oxydasegruppe gehörender Fermente, beachtliche Mengen an Gerbstoffen und Gerbstoffvorstufen und zeitweilig erhebliche Wuchsstoffmengen. Der Stickstoffgehalt ist gering und steigt erst unmittelbar vor dem Laubfall mit dem Eiweißabbau in den Blättern beträchtlich an. Bekanntlich bildet der zuckerhaltige Siebröhrensaft die Nahrung der Blattläuse, die befähigt sind, ihren Stechrüssel bis in den Siebteil von Blattrippen und jungen Zweigen hinabzusenken. Ein Teil dieses Zuckersaftes wird von ihnen unverdaut als Honigtau wieder ausgeschieden, da die Blattläuse große Mengen Siebröhrensaft durch ihren Verdauungsapparat hindurchpumpen müssen, um den zur Erzeugung ihrer gewaltigen Nachkommenschaft erforderlichen Eiweißbedarf decken zu können. Vor allem zur Ausbildung der Wintereier benötigen die Blattläuse viel Eiweiß, während nach vollendeter Ausbildung dieser Eier der Eiweißbedarf wieder sinkt, wie das Bramstedt (26) bei seinen Untersuchungen über die Verdauungsphysiologie der Aphiden experimentell nachweisen konnte. Auf Grund obiger Erkenntnisse über die Saftströme und die Nahrungsaufnahme der saugenden Pflanzenschädlinge wurde noch vor wenigen Jahren der inneren Therapie eine ungünstige Prognose gestellt (Gäumann; 68). Auch Stellwaag (182) äußerte die Ansicht, daß diese biologischen Grundlagen bei der zukünftigen Bearbeitung des Problems unbedingt in Rechnung gestellt werden müssen. Lange Zeit stand man bei der Beurteilung der Aussichten für die innere Therapie vor dem Dilemma, daß man sich einerseits einen Transport der Chemotherapeutika nur im Transpirationsstrom vorstellen konnte, andererseits jedoch wußte, daß die saugenden Insekten mit ganz wenigen Ausnahmen nur den umgekehrt fließenden, nährstoffreichen Assimilatstrom an-

zapfen. Auf Grund neuerer Untersuchungen, von denen später noch die Rede sein wird, kann jedoch als sicher angenommen werden, daß die heute zur Verfügung stehenden innertherapeutischen Insektizide sowohl im Xylem als auch im Phloem transportiert werden.

B. Innertherapeutische Insektizide und Akarizide

Chemisch lassen sich die heute bekannten Substanzen mit innertherapeutischer Wirksamkeit folgenden Stoffklassen zuordnen:

I. Selenverbindungen
II. Organische Fluorverbindungen
III. Organische Phosphorverbindungen
IV. Urethane.

I. Selenverbindungen

Hurd-Karrer und Poos (105) machten 1936 die Beobachtung, daß Blattläuse (*Rhopalosiphum prunifoliae* Fitch) an Weizenpflanzen, die in selenhaltigen (Na_2SeO_4) Nährlösungen gezogen wurden, abgetötet werden. Ähnliche Resultate wurden auch mit Spinnmilben (*Tetranychus telarius*) erhalten. Bei Konzentrationen über 3 ppm Selen starben alle Blattläuse in wenigen Tagen ab, während die Versuchspflanzen nicht geschädigt wurden. Desgleichen konnte der Blattlausbefall an Weizen-, Roggen-, Hafer- und Gerstenpflanzen, die in mit Natriumselenat (10 ppm Selen) behandeltem Boden wuchsen, vollständig verhindert werden.

In der Folge haben verschiedene Autoren Bodenbehandlungen mit Natriumselenat zur Bekämpfung von Blattläusen und Spinnmilben durchgeführt und mit diesem Verfahren vor allem bei Zierpflanzen in Gewächshäusern recht gute Resultate erhalten (126, 147, 142, 178, 14, 179, 164, 66, 60, 187, 57).

Aus ihren Versuchen kann geschlossen werden, daß es sich beim Na_2SeO_4 um ein echtes Innertherapeutikum im Sinne der obigen Definition handelt, da die Substanz von den Pflanzen aus dem Boden aufgenommen, in ihnen geleitet und gespeichert wird [Bennett und Martin (16)].

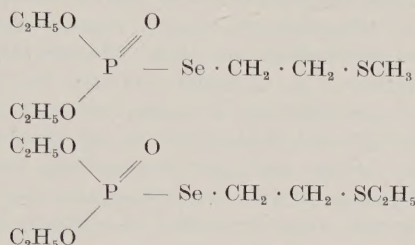
Thayer *et al.* (187) stellten in ihren Versuchen fest, daß junge in starkem Wachstum begriffene Pflanzen stärker auf eine Behandlung reagierten, d. h. mehr Substanz aufnahmen, genau wie dies auch bei neueren Innertherapeutika beobachtet wurde.

Daß die Pflanzen Selen aufnehmen können, überrascht nicht, wenn man sich die enge chemische Verwandtschaft des Selens mit dem Schwefel vergegenwärtigt, der bekanntlich ein für das Pflanzenwachstum essentielles Element ist. Nach Bennett (17) kann angenommen werden, daß Selenverbindungen den Schwefel im Stoffwechsel der Pflanze ersetzen können und in gleicher Art und Weise von den Pflanzen absorbiert und darin geleitet werden wie Schwefelverbindungen.

In der Praxis konnte sich Natriumselenat aus zwei wichtigen Gründen nicht durchsetzen: erstens verursachte es in den zur Insektenbekämpfung notwendigen Konzentrationen oft Pflanzenschäden und zweitens mußte sich die Anwendung wegen seiner starken Giftigkeit für Mensch und Tier auf Zierpflanzen beschränken [Lehman (125) gibt einen oralen $D.l._{50}$-Wert von 2,5 mg/kg für die Ratte an]. Speyer *et al.* (179) weisen nachdrücklich auf die Gefahr toxischer Rückstände hin, wenn Natriumselenat als insektizides Saatbeizmittel angewendet oder wenn damit der Boden behandelt wird. Im letz-

teren Fall bleibt der Boden lange Zeit toxisch und darf keinesfalls für den Anbau von Kulturpflanzen verwendet werden, die der menschlichen oder tierischen Ernährung dienen.

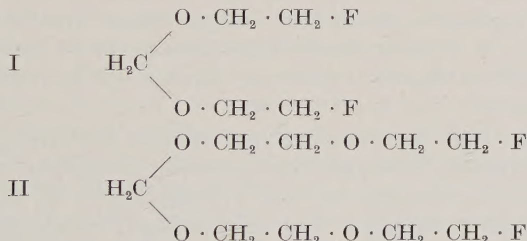
In neuerer Zeit wurde von Schrader (172, 173) und seinen Mitarbeitern das Gebiet der organischen Selenverbindungen bzw. organischen Seleno-phosphorverbindungen erschlossen. Von den im Laufe dieser Arbeiten dargestellren Substanzen wiesen verschiedene, wie z. B. die folgenden Verbindungen



eine gute systemische Wirkung auf, konnten jedoch bisher aus preislichen und teilweise auch aus toxikologischen Gründen nicht in die Praxis eingeführt werden. Nach Geary (zit. bei Starker; 180) stellen Selenverbindungen die besten Innertherapeutika dar, jedoch soll die Food and Drug Administration der Entwicklung dieser Art von Innertherapeutika in den USA ablehnend gegenüberstehen.

II. Organische Fluorverbindungen

Unter den von Schrader erstmals dargestellten organischen Fluorverbindungen wurden verschiedene Substanzen mit innertherapeutischen Eigenschaften aufgefunden. So z. B. erwiesen sich die Methylale des β-Fluoräthylalkohols



als sehr wirksame Innertherapeutika, wie Kükenthal in den im Biologischen Institut in Leverkusen durchgeführten Versuchen nachweisen konnte. Wurden an lebenden Pflanzen die Blätter mit Spritzmitteln auf Grundlage dieser Substanzen gespritzt, dann nahmen die Blätter die Wirkstoffe auf, worauf die Pflanzen während 3–4 Wochen gegen Insektenbefall geschützt waren. In Zusammenarbeit mit dem Reblaus-Kommissar von Mainz wurde vor allem das Bis-[2-(2-fluoräthoxy)-äthoxy]-methan (II) in Freilandversuchen gegen die Reblaus (*Phylloxera vastatrix*) geprüft, wobei in den Versuchsparzellen die eine Hälfte der Reben mit einer 0,1%igen Lösung gespritzt wurde, während bei der anderen Hälfte Wurzelbehandlungen in der Weise durchgeführt wurden, daß in der Nähe jeder Rebe ein Loch in den Boden gebohrt, dieses dann mit der Lösung gefüllt und hierauf wieder mit Erde zugedeckt wurde. In beiden Fällen nahmen die Pflanzen den Wirkstoff auf, wobei die an den Wurzeln saugenden

Rebläuse zu 80–95% abgetötet wurden. Da die Substanz aber außerordentlich giftig ist und die Trauben der damit behandelten Reben vergiftet wurden, kam eine Verwendung in der Praxis nicht in Frage [Martin und Shaw (135)].

In neuerer Zeit führten Questel und Bradley (154) mit diesem Methylal des β-Fluor-äthylalkohols Laborversuche gegen *Aphis maidis* und *Pyrausta nubilalis* an getopften Maispflanzen durch, wobei in den Blattlausversuchen die Topferde mit einer Dosis behandelt wurde, die umgerechnet 6,75 kg/ha entsprochen hätte. Vier Stunden nach der Behandlung begannen die Blattläuse abzufallen, nach 20 Stunden waren 90% tot und nach 72 Stunden 100%. Der Effekt beruhte ausschließlich auf einer systemischen Wirkung, da eine Gaswirkung ausgeschlossen war. In einem weiteren Versuch wurden getopfte Maispflanzen mit frisch geschlüpften Maiszünslerlarven besetzt und die Topferde 3 Tage später mit 0,25 cm^3 Methylal in 25 cm^3 Wasser (umgerechnet etwa 1,68 kg/ha) behandelt. 5 Tage nach der Behandlung wurden nur noch tote Larven auf den Pflanzen gefunden. Nach Questel und Bradley wird die Substanz in den Pflanzen wahrscheinlich zur giftigen Fluoressigsäure bzw. ihren Salzen abgebaut.

Die Verbindung Bis-(β-fluoräthoxy)-methan (I) wurde in England an der Versuchsstation Long Ashton eingehend auf ihre biologischen Eigenschaften hin untersucht [Bennett und Martin (16), Bennett, Martin, Stringer und Woodcock (15), Eaton (55), Bennett (17)], wobei der Nachweis erbracht werden konnte, daß die Substanz eine starke Gaswirkung besitzt, auf die bei einer Bodenbehandlung die Initialwirkung zurückzuführen ist, während sich die innertherapeutische Wirkung erst später bemerkbar macht. Wie ferner gezeigt werden konnte, beruht die innertherapeutische Wirkung dieser Substanz darauf, daß sie als Gas im Pflanzensaft gelöst mit dem Transpirationsstrom verfrachtet wird.

Die Methylale des β-Fluor-äthylalkohols erwiesen sich jedoch für Säugetiere als so toxisch, daß diese Stoffklasse nicht weiter bearbeitet wurde [Geary (76)]. Bei der Oxydation des β-Fluor-äthylalkohols entsteht Monofluoressigsäure, $CH_2 \cdot F \cdot COOH$, deren Natriumsalz sich in den Versuchen von David (38) und David und Gardiner (40) als ein sehr wirksames Innertherapeutikum erwies.

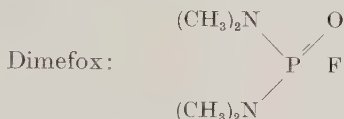
Die Tatsache, daß Natriumfluoracetat in der giftigen südafrikanischen Pflanze Gifblaar (*Dichapetalum cymosum*) vorkommt, war für David die Veranlassung, die Substanz auf ihre Verträglichkeit bei anderen Pflanzen und auf ihre kontaktinsektiziden und innertherapeutischen Eigenschaften zu prüfen. In Versuchen mit Bohnenpflanzen, die in behandelter Erde und Sandkultur wuchsen, wurden bei einer Gabe von 1 mg Substanz auf 400 g Erde die Pflanzen innert 5 Tagen von den Blattläusen (*Aphis fabae*) befreit. In Sand war bereits 0,1 mg wirksam, wobei die Pflanzen während mehr als 10 Tagen für die Blattläuse giftig waren. Die innertherapeutische Wirkung zeigte sich unter anderem auch darin, daß bei Behandlung eines Blattpaares mit einer 0,01%igen Lösung die Blattläuse auch von anderen Blättern, die oberhalb und unterhalb des behandelten Blattpaares am Stengel inserierten, abfielen. Eine Gaswirkung ließ sich bei Natriumfluoracetat nicht nachweisen. In orientierenden Vorversuchen war eine 0,0005%ige Lösung gegen die Chrysanthemumblattlaus (*Macrosiphoniella sanborni*) und gegen die Erbsenblattlaus *Acyrthosiphum pisi* (*onobrychis*) innertherapeutisch wirksam. Erwähnt sei noch der günstige chemotherapeutische Index, d. h. die geringe Phytotoxizität der Substanz. In neueren Versuchen gelang David und Gardiner (44) der Nachweis,

daß sich die innertherapeutische Wirkung des Natriumfluoracetats nicht nur auf saugende Insekten, wie z. B. Blattläuse, beschränkt, sondern sich auch auf beißende erstreckt. Wurde die Substanz auf die Blätter von Kohlpflanzen appliziert, so wurde sie in genügend starken Konzentrationen nach unbehandelten Blättern geleitet, um die darauf befindlichen Larven des Kohlweißlings (*Pieris brassicae*) abzutöten. Auch bei Aufnahme durch die Wurzeln von Kohlpflanzen entfaltete Natriumfluoracetat eine starke systemische Wirkung gegen die Raupen von *P. brassicae*. So wurde mit einer Konzentration von 50 mg Wirksubstanz pro Kilo Pflanzenfrischgewicht eine 100%ige Larvenmortalität erzielt, wobei zum Vergleich erwähnt sei, daß dieselbe OMPA-Konzentration nötig war, um eine 100%ige Blattlausmortalität (*Aphis fabae*) an Bohnen zu erreichen [David (41)]. Wegen seiner enormen Giftigkeit für Säugetiere haben die Versuche mit Natriumfluoracetat eine rein akademische Bedeutung. Es sei am Rande vermerkt, daß die Substanz in den letzten Jahren in den USA unter der Bezeichnung „1080" als Rattengift breite Anwendung gefunden hatte, bis sie in letzter Zeit durch die neuen Rodentizide auf Basis des Oxycumarins verdrängt wurde.

III. Organische Phosphorverbindungen

a) Dimefox

Das 1941 von Schrader erstmals synthetisierte Fluorphosphorsäure-di-dimethylamid



entfaltet, wie Kükenthal feststellte, bei lebenden Pflanzen eine innertherapeutische Wirkung, deren Dauer sich auf ungefähr 3–4 Wochen erstreckt. Wegen ihrer enormen Giftigkeit ($D.l._{50}$ per os an der Ratte 0,05 mg/kg) wurde aber diese Substanz von Schrader und seinen Mitarbeitern nicht weiter verfolgt, da eine Verwendung im Pflanzenschutz nicht in Frage kam. Die Verbindung wurde jedoch später in England eingehend untersucht und erhielt dort in der Folge die neutrale Bezeichnung (common name) Dimefox [Eaton (55), David und Gardiner (40, 44), David (42)]. Neben weiteren Alkylaminen ist Dimefox als Wirksubstanz im „Pestox 14" enthalten [Lochner (127)].

In den Versuchen von David und Gardiner zeigte Bis-(dimethylamino)-fluor-phosphinoxyd, wie die Verbindung in der englichen Literatur genannt wird, nur bei Wurzelbehandlungen eine innertherapeutische Wirkung gegen Bohnenblattläuse (*Aphis fabae*), ließ jedoch eine solche vermissen, wenn die Substanz in wäßriger Lösung auf die Blätter von Bohnenpflanzen (*Vicia faba*) appliziert wurde.

Im Unterschied zu dem ebenfalls in die Versuche einbezogenen Octamethylpyrophosphoramid (OMPA), auf das wir später noch ausführlich zu sprechen kommen werden, wurde Dimefox ziemlich leicht von den Wurzeln der Pflanzen (*Vicia faba*) aufgenommen, worauf es nach einiger Zeit in der Gasphase von den Blättern ausgeschieden wurde, wodurch die auf den Blättern sich aufhaltenden Blattläuse abgetötet wurden. Es handelt sich dabei um eine reine Gaswirkung. Durch eine sinnreiche Versuchsanordnung konnte die in der Gasphase

von den behandelten Pflanzen abgegebene Fluor-phosphorsäure-Verbindung kondensiert werden. Die so erhaltene Lösung wurde dann an Blattläusen getestet und erwies sich für sie als giftig, wobei es sich bei der toxischen Substanz, wie weiterhin gezeigt werden konnte, um das Fluorphosphorsäure-di-dimethylamid selbst handelte und nicht um ein in der Pflanze durch Umwandlung dieser Verbindung gebildetes Produkt. Unter Verwendung eines mit P^{32} markierten radioaktiven Fluorphosphorsäure-di-dimethylamid-Präparates untersuchte David (42) das Verhalten dieses Innertherapeutikum in der Pflanze, wobei er den Befund bestätigen konnte, daß die Substanz die Pflanzen nach der Wurzelbehandlung in der Gasphase verläßt (s. a. S. 111). Wie David weiterhin feststellte, wird Dimefox im Gegensatz zum OMPA von den Wurzeln in selektiver Weise aus Kulturlösungen absorbiert. Wie bereits erwähnt, zeigt die Fluorphosphorsäure-Verbindung dagegen keine oder nur eine schwache innertherapeutische Wirkung, wenn die Blätter der Versuchspflanzen damit behandelt werden. Dies wird darauf zurückgeführt, daß Dimefox infolge seiner im Vergleich zu OMPA schlechteren Lipoidlöslichkeit weniger gut und langsamer als dieses in die Blätter eindringt und außerdem wegen seiner stärkeren Flüchtigkeit rascher abdampft als z. B. OMPA. Aus diesem Grunde werden nach einer Blattbehandlung nur geringe Mengen an Fluorphosphorsäure-di-dimethylamid und nur auf kurze Strecken in der Pflanze transportiert (bei Bohnenpflanzen konnte überhaupt keine Leitung nachgewiesen werden), weil die Substanz die Pflanze ebenso rasch wieder in gasförmigem Zustand verläßt, wie sie aufgenommen wird. Daher reicht es nie zur Bildung einer toxischen Konzentration in den unbehandelten Blättern. Nach Aufnahme des radioaktiven Präparates durch die Wurzeln von Bohnenpflanzen erwiesen sich die an den behandelten Pflanzen ihrer Saugtätigkeit obliegenden Blattläuse als radioaktiv.

Das Fluorphosphorsäure-di-dimethylamid wurde in Afrika zunächst unter der Versuchsnummer CR 409 gegen die Schmierlausarten *Pseudococcus njalensis*, *Pseudococcus citri* und *Ferrisia virgata*, die drei wichtigsten Überträger des „swollen shoot" Virus des Kakaos, in Labor- und Freilandversuchen sehr eingehend geprüft (3), [Nicol (149)]. Dieses Virus verursacht bekanntlich in den Kakaokulturen der Goldküste die gefürchtete swollen-shoot-Krankheit, die zu enormen wirtschaftlichen Verlusten führt, weil die infizierten Kakaobäume bisher umgelegt und verbrannt werden mußten. In den Versuchen, über die Hanna, Heatherington und Judenko (92) berichten, wurden die Kakaobäume nach 3 Verfahren (Spritzung, Injektion in den Baum, Bodenbehandlung) mit CR 409 behandelt. Die besten Resultate wurden dabei erhalten, wenn das Innertherapeutikum auf den Boden rund um den Stamm der Bäume gegossen wurde. Mit einer Behandlung konnte in einer Versuchsparzelle mit einem Bestand von 500 Bäumen, die eine natürliche Infektion mit *Pseudococcus* aufwiesen, nach 6 Wochen eine Befallsreduktion von 99,9% erzielt werden. Mit drei in Abständen von 8 Wochen durchgeführten Behandlungen konnten die Schmierläuse im Schach gehalten werden (Befallsreduktion nach 24 Wochen = 99,4%). Dagegen betrug die Befallsreduktion in einer nur einmal behandelten Parzelle nach 24 Wochen nur noch 84,5%. Ripper (163) führte in seinem 1952 in Paris gehaltenen Vortrag aus, daß nach derartigen Behandlungen bei der Ernte kein Insektizidrückstand in den Kakaobohnen gefunden wurde.

Auf Grund dieser Versuche wurde das Kombinationspräparat „Hanane" entwickelt, das als wichtigste Wirksubstanz Fluorphosphorsäure-di-dimethylamid (CR 409) und daneben noch Octamethyl-pyrophosphorsäureamid (OMPA) enthält (4). Nach anderen Angaben soll „Hanane" als Wirksubstanz nur Dime-

fox (50%) und kein OMPA enthalten [Ripper (163), Nicol (150), Inserat der Pest Control Ltd. in Rev. appl. Ent. Ser. A, September 1952).

Mit diesem Produkt werden zur Zeit an der Goldküste die Wurzeln aller jener Kakaobäume behandelt, die einen Infektionsherd umgeben. Man hofft, auf diese Weise die Virusausbreitung aufhalten zu können, so daß Bäume, die bisher geopfert werden mußten, gerettet werden könnten. Es müßten in diesem Fall nur die kranken und die bereits infizierten Bäume geschlagen werden. Ob dieses Verfahren zum Ziel führt, ist noch völlig ungewiß, denn es ist hinlänglich bekannt, daß die pflanzlichen Viruskrankheiten auch dann noch verbreitet werden können, wenn eine gute Bekämpfung der Überträger erzielt worden ist. Da der Fortbestand der Kakaoplantagen an der Goldküste auf dem Spiel steht, rechtfertigt sich aber ein solches Experiment, wenngleich dessen Ergebnis erst in einigen Jahren vorliegen wird.

Bond (21) führte in Kenya nach der Methode von Hanna *et al.* mit ,,Hanane" Versuche zur Bekämpfung der Kaffeeschmierlaus *Planococcus kenyae* auf Kaffeebäumen (*Coffea arabica*) durch, erhielt aber bei Bodenbehandlungen keine so guten Resultate wie bei der sogenannten Stammapplikation, bei der das Innertherapeutikum in Form einer Lösung mittels eines um den Stamm gewickelten Stoffbandes (,,Manschettenmethode") aus absorbierendem Material auf die leicht abgekratzte Rinde appliziert wird. Zwei von Schmierläusen stark befallene Kaffeebäume konnten nach diesem Verfahren bei Anwendung von 2 und 5 g Aktivsubstanz in 200 ccm Lösung innerhalb von 12 Wochen von Schmierläusen vollständig befreit werden, ohne daß bei dieser Konzentration phytotoxische Wirkungen beobachtet wurden. Ein direktes Auftragen von ,,Hanane" auf die Rinde ohne Verwendung eines Stoffbandes ergab wegen der hohen Flüchtigkeit des CR 409 keine so guten Resultate.

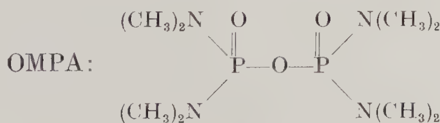
Neuerdings wird Dimefox zur Bekämpfung von *Pseudococcus njalensis* direkt in den Stamm der Kakaobäume injiziert, da nach Hanna und Nicol (92a) dieses Verfahren den Vorteil besitzt, daß viel kleinere Insektizidmengen als bei einer Bodenbehandlung zur Erzielung des gleichen Effekts notwendig sind.

In orientierenden Vorversuchen erhielt Nicol (150) mit einer verdünnten Lösung von ,,Hanane", die 1% Dimefox enthielt, erfolgversprechende Resultate gegen *Phytolyma lata*, eine Psyllidenart, die im tropischen Afrika schwere Schäden an *Chlorophera excelsa*, einem wertvollen Baum, der zur Nutzholzgewinnung angebaut wird, verursacht. Das Insekt befällt vor allem die neuen Triebe an den jungen Bäumen und verursacht schwere Gallenbildung. Wegen der Gallenbildung kann mit Kontaktinsektiziden wenig ausgerichtet werden.

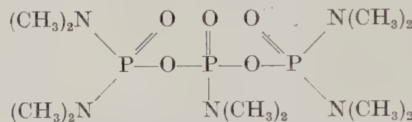
Ein Abkömmling des Dimefox ist das als Wirksubstanz im ,,Pestox 16" enthaltene Bis-(monomethylamino)-fluorphosphinoxyd [Lochner (127)].

b) OMPA (Schradan)

Unter den organischen Phosphorverbindungen war das von Schrader 1940 dargestellte Octamethyl-tetra-pyrophosphorsäureamid (in der amerikanischen Literatur mit OMPA abgekürzt)



die erste Substanz, die als systemisches Insektizid viel beachtete praktische Bedeutung im Pflanzenschutz erlangte. Die innertherapeutische Wirkung dieses stickstoffhaltigen Derivates der Pyrophosphorsäure und ähnlicher Vertreter aus dieser Stoffklasse wurde von Schrader (172) zusammen mit Kükenthal in den Jahren 1941–1942 festgestellt, doch wurde OMPA in Deutschland aus toxikologischen Gründen für den Verkauf nicht freigegeben [Geary (76)]. Die Verbindung wurde jedoch später in England sehr eingehend auf ihre chemischen, biologischen und toxikologischen Eigenschaften hin untersucht [David und Kilby (37), Ripper, Greenslade und Lickerish (160), Ripper, Greenslade und Hartley (161)] und in der Folge unter dem Namen „Pestox 3" von der Pest Control Ltd, Cambridge, in den Handel gebracht. Später hat diese Firma „Pestox 3" in Anlehnung an den Namen Schrader in Schradan umbenannt, welche Bezeichnung jetzt in England und den USA als common name verwendet wird. Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß in „Pestox 3" bzw. Schradan außer Octamethyl-pyrophosphorsäureamid als wichtigster Wirksubstanz noch andere organische Phosphorverbindungen mit insektiziden bzw. systemischen Eigenschaften, wie z. B. Triphosphorsäurepentadimethylamid, enthalten sind [Hartley, Heath, Hueme, Pound und Whittaker (94), Ripper (163)]:



Octamethyl-pyrophosphorsäureamid (OMPA) läßt sich in jedem Verhältnis mit Wasser mischen und ist in den meisten organischen Lösungsmitteln gut löslich. Die Substanz ist ferner ziemlich gut kalkbeständig und wird in alkalischer Lösung nur langsam hydrolysiert, in saurer Lösung dagegen rasch zersetzt, wobei zunächst eine N-P-Bindung angegriffen wird; als Endprodukt werden schließlich Dimethylamin und Orthophosphorsäure gebildet. Die Flüchtigkeit von OMPA ist gering; der errechnete Dampfdruck beträgt ungefähr 0,01 mm Hg bei 20° C. Die Kenntnis dieser physikalischen und chemischen Eigenschaften der Substanz ist für das Verständnis ihrer biologischen Wirkung wichtig.

Beim Warmblüter bewegen sich die Werte für die akute Toxizität des OMPA in der gleichen Größenordnung wie jene des Parathions. Nach Dubois *et al.* (53) beträgt die $D.l._{50}$ an der Ratte 10 mg/kg. Lehman (125) gibt hierfür einen Wert von 13,5 mg/kg an. Im Gegensatz zu anderen organischen Phosphorverbindungen mit insektizider Wirkung treten beim OMPA die ersten Vergiftungserscheinungen nach Verabfolgung toxischer Dosen erst nach einer gewissen Latenzzeit auf und klingen dann auch langsamer ab als bei jenen Produkten. Dies beruht wahrscheinlich darauf, daß einige Zeit verstreicht, bis das OMPA in der Leber in den Cholinesterase-Inhibitor umgewandelt worden ist, der, wie verschiedene Autoren [Literatur bei Casida und Stahmann (31)] nachweisen konnten, beim Säugetier und Menschen für die Giftwirkung verantwortlich ist. Dem äußeren Verlauf der Vergiftung entspricht auch die protrahierte Hemmung der Cholinesterase, die bei wiederholter Verabfolgung von OMPA gefährliche Ausmaße annehmen kann. So stellten Dubois *et al.* bei Ratten eine kumulative Giftwirkung fest, wenn den Tieren Tagesdosen von 1 und 2 mg/kg OMPA i. p. verabfolgt wurden. Beide Dosierungen führten nach 8 bzw. 4 Tagen zum Tode aller Versuchstiere. Wenn es sich in diesem Fall auch

um sehr massive Dosen handelt, so zeigt dieser Befund doch deutlich, daß dem Problem der toxischen Rückstände auf Pflanzen große Beachtung geschenkt werden muß. Die Frist zwischen der letzten Behandlung und der Ernte muß daher auf Grund der Abbaugeschwindigkeit des OMPA unter natürlichen Verhältnissen so lange bemessen werden, daß wirklich keine toxischen Rückstände mehr zu befürchten sind. Bezüglich weiterer pharmakologischer und toxischer Eigenschaften des OMPA muß auf die einschlägige Literatur verwiesen werden (101, 2, 70, 159, 80, 158, 177).

Die innertherapeutische Wirkung des OMPA wiesen David und Kilby (37) sowie Ripper *et al.* (160, 161) auf zweierlei Art nach: 1. Durch Angießen der Wurzeln von Topfpflanzen mit einer wäßrigen Lösung der Verbindung; nach dieser Methode konnten Blattläuse an Zinerarien, Kartoffeln, Kohl und Rosenkohl, Zuckerrüben und Chrysanthemen abgetötet werden. 2. Durch Applikation der Substanz (Aufstreichen bzw. Bespritzen) auf die Oberseite der Blätter, wodurch folgende, an der Unterseite saugende Arten abgetötet wurden: *Aphis fabae*, *Myzus persicae*, *Brevicoryne brassicae*, *Macrosiphoniella sanborni* und *Pseudococcus citri*. Dieses Kriterium würde an sich noch nichts über die innertherapeutische Wirkung aussagen, da ein solcher Effekt auch bei jenen Insektiziden beobachtet wird, die nur eine Tiefenwirkung besitzen. In den orientierenden Versuchen von David und Kilby (37) wurden nach einer Blattbehandlung die an den unbehandelten Teilen der Pflanze vorhandenen Blattläuse nicht geschädigt. Dies würde dafür sprechen, daß OMPA nicht oder nicht in insektizid wirksamen Mengen in den Pflanzen geleitet wird. Der Grund, warum David und Kilby in ihren Versuchen nach einer Blattbehandlung keine Leitung des OMPA beobachteten, ist aber wahrscheinlich darin zu suchen, daß sie mit Bohnenpflanzen arbeiteten, in denen OMPA nach Feststellung anderer Autoren schlecht geleitet wird (s. a. S. 111) Die Versuche von Ripper *et al.* ergaben eindeutig, daß OMPA nach einer Blattbehandlung in der Pflanze geleitet wird, wobei die Länge des Transportweges sehr stark von der verwendeten Pflanzenart abhängt. In ihren ersten Arbeiten äußerten Ripper *et al.* (160, 161) die Ansicht, daß OMPA durch die Spaltöffnungen, durch die Kutikula der Blätter, durch Wurzeln und Schnittflächen abgeschnittener Triebe in die Pflanze eindringt und dann mit dem Saftstrom in ähnlicher Weise wie die Nährstoffe vor allem zu den Orten neuen Wachstums verfrachtet wird. Bei ausgewachsenen Pflanzen wirkt OMPA in der Regel schlechter als bei jungen, im Wachstum befindlichen. Eine Gaswirkung besitzt OMPA nicht, noch kann eine solche in dem behandelten Blattwerk nachgewiesen werden. Die kontaktinsektizide Wirkung ist praktisch belanglos. Infolgedessen wirkt OMPA insofern selektiv, als räuberische Insekten geschont werden. Coccinelliden und Syrphidenlarven werden nicht abgetötet, auch dann nicht, wenn sie mit OMPA vergiftete Blattläuse vertilgen. Die Raupen des Kohlweißlings (*Pieris brassicae*) werden nicht vernichtet, wenn sie an Pflanzen dem Fraße obliegen, die für die Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*) toxisch sind. Bezüglich der Gefährlichkeit des OMPA für Bienen differieren die Angaben in der Literatur. Metcalf und March (138) konnten zeigen, daß OMPA gegen Bienen, Schaben und Stubenfliegen nicht wirkt und die Bienengehirncholinesterase nur geringgradig hemmt. Weaver (203) stellte bei der Behandlung von Baumwollpflanzen mit OMPA gegen *Aphis gossypii* fest, daß es nur bei jenen Bienen zu Verlusten kam, die während der Behandlung in Käfigen auf den Pflanzen belassen wurden. Die während der Spritzung entfernten, aber unmittelbar nachher auf die behandelten Pflanzen verbrachten Bienen wurden nicht geschädigt. Als der Versuch

einen Monat später abgeschlossen wurde, waren die Baumwollpflanzen immer noch vollständig blattlausfrei, doch erwies sich der Nektar der behandelten Pflanzen für die Bienen als ungiftig. In neueren Arbeiten berichten jedoch Jones und Thomas (117, 118), daß sie OMPA im Nektar von Senf (*Sinapis alba*) und Boretsch (*Borago officinalis*) nachweisen konnten, nachdem die Blätter dieser Pflanzen 5 Wochen vorher mit einem radioaktiven OMPA-Präparat behandelt worden waren. Ferner wurde unzersetztes OMPA in der Honigblase der Bienen und im Honig vorgefunden.

Über die ersten Freilandversuche, die vom Mitarbeiterstab der Pest Control Ltd in größerem Maßstab mit einer 66%igen emulgierbaren Lösung gegen verschiedene Aphidenarten durchgeführt wurden, orientiert eine ausführliche Arbeit von Ripper *et al.* (161). In der Folge wurde OMPA in England, in den USA und auch in anderen Ländern auf breiter Grundlage geprüft und auch wissenschaftlich sehr eingehend bearbeitet, da verschiedene Fragen, wie z. B. das Verhalten in der Pflanze einer Klärung bedurften (s. Kap. B. III, b) 1).

1. Aufnahme und Verhalten in der Pflanze

Ivy, Iglinsky und Rainwater (106) untersuchten das Verhalten des OMPA in der Baumwollpflanze und seine Wirkung gegen verschiedene Baumwollschädlinge. Sie stellten dabei fest, daß die Substanz sowohl von den Wurzeln als auch von den Blättern der Pflanzen aufgenommen wird und sich gegen die Baumwollblattlaus (*Aphis gossypii*) und gegen eine nicht näher bezeichnete Spinnmilbenart als innertherapeutisch wirksam erweist, wobei im Falle der Bodenbehandlungen eine 4–8mal so starke Dosis (4,5–9 kg Wirksubstanz/ha) zur Erzielung des gleichen Effektes nötig war als bei der Spritzung der Blätter (1,12 kg Wirksubstanz/ha). Wie in diesem Versuch ferner festgestellt wurde, tritt die Wirkung nach einer Spritzmittelapplikation viel rascher ein als nach Bodenbehandlungen. Nach einer Bodenbehandlung mit Aufwandmengen von 28, 56 und 84 kg Wirksubstanz/ha hielt die Wirkung von OMPA in den Pflanzen bei allen Konzentrationen 53 Tage lang an und nahm dann allmählich ab: aber selbst nach 233 Tagen waren die Pflanzen für die Spinnmilben noch giftig. Junge Baumwollpflänzchen, die aus mit OMPA gebeizten Samen gezogen worden waren (Naßbeizverfahren, 2, 1 und 0,5%ige Lösungen), erwiesen sich 35 Tage nach der Beizung für Blattläuse und Spinnmilben immer noch als stark toxisch (100%ige Mortalität); das Trockenbeizverfahren mit einem Stäubemittel ergab schlechtere Resultate. Die Beizmethode erforderte weitaus am wenigsten Wirksubstanz. Über die Anwendung des OMPA als Saatbeizmittel veröffentlichte Chao-Seng-Tsi (33) eine instruktive Arbeit. Nach einer Beizung von Bohnensamen mit einer 0,5%igen „Pestox 3"-Lösung blieben die Pflanzen länger als 50 Tage gegen Blattlausbefall geschützt. Während eine 1%ige Lösung nicht phytotoxisch wirkte, verminderte eine 2%ige die Keimfähigkeit und erwies sich für die sich entwickelnden Pflanzen als schädlich. Die Prüfung einzelner Blätter mit Blattläusen zeigte, daß die Wirkung zuerst bei den jüngeren Spitzenblättern abnimmt. Die Substanz ist also nicht gleichmäßig in der ganzen Pflanze verteilt, sondern verbleibt vor allem in jenen Teilen, wohin sie ursprünglich aus den Kotyledonen transportiert wurde. Nachdem diese letzteren aufgebraucht sind, büßt das neugebildete Pflanzengewebe an Toxizität ein. Versuche mit einer Anzahl anderer Pflanzen und Blattläusen zeigten, daß die Schutzwirkung im allgemeinen mit dem Gewicht der Samen variiert. Gute Resultate wurden bei Baumwolle, Erbsen, ver-

schiedenen Bohnensorten und *Nasturtium* erhalten, die erfolgreich gegen Blattlaus- und Spinnmilbenbefall geschützt werden konnten.

Die innertherapeutische Wirkung des OMPA ist streng spezifisch nur gegen Blattläuse und Spinnmilben gerichtet und erstreckte sich in den Versuchen von Ivy *et al.* (106) nicht auf weitere Baumwollschädlinge; so z. B. wurden die in den Blütenknospen sich entwickelnden Larven des Kapselkäfers (*Anthonomus grandis*) nicht erfaßt. Die speziell auf Abklärung des Wirkungsmechanismus gerichteten Versuche ergaben eindeutig, daß das in den Pflanzen vorhandene OMPA auf die Blattläuse und Spinnmilben nicht in der Gasphase einwirkt, wie dies auch schon Ripper *et al.* (160) sowie David und Kilby (37) festgestellt hatten.

Wallace (201) untersuchte die innertherapeutischen Eigenschaften des OMPA an Bohnenpflanzen mit *Tetranychus bimaculatus* als Testobjekt. Zur Erzielung einer 95%igen Spinnmilbenmortalität ($D.l._{95}$) waren bei den einzelnen Applikationsmethoden folgende Insektizidmengen pro Gramm Pflanzenfrischgewicht notwendig: 1. 20 μg beim Eintauchen von jungen, abgeschnittenen Pflanzen in wäßrige Lösungen des OMPA; 2. 82 μg bei Blattbehandlung (Eintauchen der zwei Primärblätter junger geschnittener Bohnenpflanzen in wäßrige Lösungen; 3. 6500 μg bei Bodenbehandlung (Topfpflanzen mit OMPA-Lösungen gegossen). Gesamthaft ergaben diese Versuche, daß das OMPA von den abgeschnittenen Stengeln junger Bohnenpflanzen leicht aus wäßrigen Lösungen aufgenommen und zu den Blättern geleitet wird, wo es auf die saugenden Spinnmilben giftig wirkt. Die nach der Blattbehandlung beobachtete langsame Wirkung des OMPA erklärt Wallace damit, daß nur ein geringer Teil davon in den Zellsaft gelangt, wobei die Absorption langsam vor sich geht. Wie Wallace ferner nachweisen konnte, wird OMPA in der Pflanze leicht aufwärts, dagegen nicht in nenneswerten Mengen lateral geleitet. Auch David und Gardiner (40) machten in ihren Versuchen an Bohnenpflanzen (*Vicia faba*) die Beobachtung, daß OMPA keine merkliche innertherapeutische Wirkung gegen *Aphis fabae* zeigt, wenn die Blätter mit dem Insektizid behandelt werden. Diese Autoren sehen den Grund hierfür in einem besonderen Verhalten der Bohnenpflanzen, da bei anderen Pflanzen ohne weiteres eine systemische Wirkung nach einer Bespritzung der Blätter nachgewiesen werden konnte. Demgegenüber konnten Zeid und Cutkomp (214) in ihren Versuchen an Bohnenpflanzen unter Verwendung von Moskitolarven (*Aedes aegypti*) und *Tetranychus bimaculatus* als Testtiere zeigen, daß OMPA sehr gut in der Bohnenpflanze geleitet wird, wenn die Substanz auf die Blätter appliziert wird, wobei der Transport vorwiegend abwärts in basipetaler Richtung, also wahrscheinlich im Phloem erfolgt (s. a. S. 109).

Bei der Erforschung des Verhaltens des OMPA in lebenden Pflanzen leisteten radioaktive Präparate, deren Molekül mit dem radioaktiven Isotopen P^{32} markiert war, ausgezeichnete Dienste. Die ersten Arbeiten über derartige Untersuchungen stammen von David (39, 41) (s. a. S. 106). Mit Hilfe von radioaktivem OMPA konnte er zeigen, daß die Substanz durch die Wurzeln von Bohnen aus Kulturlösungen, die radioaktives OMPA enthielten, absorbiert wird. Wie die Messungen mit dem Geiger-Müller-Zähler ergaben, nahm die Radioaktivität in den Pflanzen während der Versuchsdauer (7 Tage) ständig zu, je mehr von der Lösung absorbiert wurde, wobei die Wurzeln stärker radioaktiv waren als der Luftsproß. Interessanterweise stieg auch die Radioaktivität in der Kulturlösung ständig an, je mehr davon von den Pflanzen aufgenommen wurde. In einem Versuch mit Bohnenpflanzen konnte gezeigt werden, daß von

einem gegebenen Volumen der OMPA-haltigen Kulturlösung relativ mehr Wasser als OMPA absorbiert wurde. Dies läßt darauf schließen, daß die Wurzeln das radioaktive OMPA selektiv „zurückdämmen". Frühere Befunde anderer Autoren (Wallace, Ripper *et al.*), wonach Bohnenpflanzen das OMPA langsamer aus Erde als aus Sand absorbieren, konnten bestätigt werden. Wurden einzelne Blätter von Bohnen-, Kohl- und Erbsenpflanzen in eine 0,1%ige Lösung von radioaktivem OMPA getaucht, so wurden andere, unbehandelte Blätter an diesen Pflanzen ebenfalls radioaktiv. Bei *Vicia faba* ließ sich das radioaktive Präparat wenige Stunden nach der Applikation auf die Blattoberfläche im Innern des Blattes nachweisen. Die unbehandelten Blätter waren jedoch nur ganz schwach radioaktiv und die an ihnen vorhandenen Blattläuse wurden nicht abgetötet. Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen an Bohnenpflanzen wurde in den Versuchen mit jungen Kohl- und Erbsenpflanzen festgestellt, daß das Insektizid in diesen Pflanzen viel besser und in stärkerem Ausmaß geleitet wird. Die Versuche von David bestätigen die Befunde anderer Autoren, daß OMPA vorwiegend zu den in aktivem Wachstum begriffenen Teilen der Pflanzen transportiert wird. Zwar wurde sowohl bei Bohnen als auch bei Hopfen eine Abwärtsleitung des radioaktiven OMPA von behandelten jungen Blättern zu unbehandelten älteren nach wiederholter Behandlung der ersteren beobachtet, doch ließ sich dieser Transport in basipetaler Richtung nur mit Schwierigkeiten nachweisen, da es sich um sehr geringe Mengen handelte. Interessante Ergebnisse lieferte ein Versuch mit Erdbeerpflanzen. Wurden nämlich nur die Blätter der Elternpflanze behandelt, so waren nachher die Blätter der Ausläufer am stärksten radioaktiv. David beobachtete ferner, daß Blattläuse (*Aphis fabae*), die an behandelten Bohnenpflanzen gesaugt hatten, und der von ihnen ausgeschiedene Honigtau radioaktiv sind. Eine Transpiration meßbarer Mengen von radioaktivem OMPA wurde bei Bohnenpflanzen, welche die Substanz aus einer Kulturlösung durch die Wurzeln aufgenommen hatten, nicht festgestellt. Weitere aufschlußreiche Arbeiten über die Leitung und das Verhalten von radioaktivem OMPA in Pflanzen erschienen von Wedding und Metcalf (204), von Metcalf und March (139) sowie von Batt, Bennett und Thomas (12a). Bennett und Thomas (18) studierten mit Hilfe der Isotopenmethode den Eindringungsmechanismus eines mit P^{32} markierten Schradan-Präparates in das Blatt und stellten dabei fest, daß bei Chrysanthemen- und Apfelblättern von der Blattunterseite mehr Substanz aufgenommen wird als von der Oberseite. Die an abgeschnittenen Blättern, bei denen die Stomata geschlossen waren, erhaltenen Versuchsresultate sprechen dafür, daß die Substanz durch die Kutikula in das Blatt eindringt. Bei *Coleus* wiesen beide Blattflächen ungefähr die gleiche Absorptionsfähigkeit auf, was darauf hindeutet, daß Schradan nicht in der Gasphase durch die Stomata eindringt, da *Coleus* keine Stomata an der Blattoberseite besitzt. Diese Ergebnisse sind auch für den Praktiker interessant, indem sie zeigen, daß es in der Praxis bei der Applikation des Schradans darauf ankommt, die Blattunterseite gut zu behandeln. Wedding und Metcalf untersuchten die Leitung von radioaktivem OMPA in Bohnenpflanzen (*Phaseolus vulgaris*) nach Aufnahme durch die Wurzeln. In Übereinstimmung mit Ripper *et al.* (161, 162) fanden sie, daß dieses Innertherapeutikum sowohl im Stengel als auch in den Blättern, vor allem in den jüngeren, teilungsfähigen Geweben gespeichert wird. Nach Aufnahme aus dem Boden wandert die Substanz im Stengel mit einer Geschwindigkeit von 20 cm/h. Nach einer Bodenbehandlung konnte weniger als 1% der ursprünglich dem Boden zugesetzten Substanzmenge nach einer Expositionsdauer von

120 Stunden aus den oberirdischen Teilen der Pflanze zurückgewonnen werden. Nach der Methode von Ripper *et al.* (162), die eine Trennung des chloroformlöslichen, unveränderten OMPA von seinen Abbauprodukten, die alkalilöslich sind, gestattet, konnte nachgewiesen werden, daß erst nach 8 Tagen insektizid unwirksame Abbauprodukte in der Pflanze entstehen. Dieser Befund sagt aber noch nichts darüber aus, ob die beobachtete innertherapeutische Wirkung auf unverändertes OMPA oder auf eine ihm nahverwandte Verbindung zurückzuführen ist. Nach Ansicht von Wedding und Metcalf sprechen ihre Versuchsergebnisse dafür, daß das P^{32} auf jeden Fall in einem insektizid wirksamen Molekül gebunden bleibt. Dubois *et al.* (53) sind der Ansicht, daß OMPA in der Pflanze in eine die Cholinesterase hemmende Verbindung umgewandelt wird, der sie die insektizide Wirkung zuschreiben. Metcalf und March (139) studierten das Verhalten von $OMP^{32}A$ in Zitronen- und Orangenpflanzen und prüften die insektizide Wirkung mit der Citrusspinnmilbe (*Paratetranychus citri*) und dem Gewächshausblasenfuß (*Heliothrips haemorrhoidalis*). Aus einer Wasserkultur resorbierten Zitronenkeimlinge OMPA sehr gut durch die Wurzel und transportierten es im Verlauf von 46 Tagen in zunehmenden Mengen zu den Blättern, wo relativ große Quantitäten (ungefähr 5000 ppm) gespeichert wurden. Von dem in der Pflanze vorhandenen OMPA wurde nur ein geringer Teil zu alkalilöslichen, chloroformunlöslichen Verbindungen abgebaut, obgleich der Blattextrakt für Spinnmilben innerhalb von 12 bis 24 Stunden stark giftig wurde. Metcalf und March interpretieren diesen Befund dahin, daß der für die insektizide Wirkung verantwortliche Cholinesterase-Hemmstoff nur in kleinen Mengen in der Pflanze gebildet und durch ein Enzym rasch wieder zerstört wird. Um die Frage beantworten zu können, ob die Aufnahme und Leitung des OMPA in Zitronenkeimlingen auf einer besonderen Eigenschaft des Moleküls beruht, wurde ein analoger Versuch mit radioaktivem $H_3P^{32}O_4$ durchgeführt. Es zeigte sich dabei, daß diese Verbindung ebenso gut von den Wurzeln resorbiert und im Innern der Pflanzen geleitet wird wie OMPA, allerdings wurde OMPA vor allem in den oberen Teilen der Pflanze gefunden, während H_3PO_4 in den unteren Teilen konzentriert war. Bei Citruspflanzen scheint die Stammbehandlung ein sehr geeignetes Verfahren für die Applikation systemischer Insektizide zu sein. Wurde OMPA auf die lebende Rinde an der Basis von Orangenpflänzchen aufgetragen, so erfolgte eine rasche Resorption, und die Substanz wurde in Mengen zu den Blättern transportiert, die sich dann als hoch toxisch für die Spinnmilben erwiesen. Trotzdem für die Pflanzen in diesem Experiment nur ein Drittel der Substanzmenge verfügbar war als im Wasserkulturversuch, wiesen die Blätter nachher dennoch ungefähr den gleichen OMPA-Gehalt auf. Im Hinblick auf die im Pflanzenschutz praktisch anwendbaren Applikationsmethoden wurde der Frage der Leitung des OMPA nach einer Behandlung der Blätter besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Nach Auftropfen einer OMPA-Lösung auf die Blattoberfläche wurde das Insektizid rasch resorbiert. Im Verlauf von 48 Stunden drang ungefähr die Hälfte der applizierten Dosis ins Blattinnere ein. Nach Behandlung eines Einzelblattes war nach 17 Tagen 0,1–1 % der ursprünglich verabfolgten OMPA-Menge in unbehandelten Blättern vorhanden. Der Transport erfolgte in stärkerem Maße in aufwärtsgehender Richtung als umgekehrt, doch wurden auch größere Mengen auf beträchtliche Strecken (32 cm) in basipetaler Richtung transportiert. Die Ergebnisse scheinen dafür zu sprechen, daß das OMPA nach der Behandlung eines einzelnen Zitronenblattes in der ganzen Pflanze verteilt wird, wobei es sich um insektizid wirksame Mengen handelte, wie mittels Bioassay

mit *Tetranychus citri* nachgewiesen werden konnte. David (41) stellte in einem ähnlichen Versuch mit Bohnen fest, daß nahezu 10% der ursprünglich applizierten Dosis innerhalb 8 Tagen zu den unbehandelten, in aktivem Wachstum begriffenen Blättern transportiert wurden. Im Hinblick auf die enorm wichtige Frage nach den toxischen Rückständen in den Früchten untersuchten Metcalf und March (139), ob und wieviel OMPA nach einer Behandlung der Citruspflanzen in die Schale, in das Fleisch und in den Saft der Früchte eindringt. Zu diesem Zweck wurden Zitronen und Valencia Orangen an ausgewachsenen Bäumen im Freiland in wäßrige OMP^{32}A-Lösungen eingetaucht. Es zeigte sich dabei, daß das OMPA rascher in das Innere von Zitronen und Orangen eindringt als in Zitronenblätter. Das meiste OMPA blieb jedoch in der Schale. Die höchsten Werte, die im Fruchtfleisch bzw. Saft gefunden wurden, betrugen 0,03 ppm (nach 18 Tagen) nach Applikation einer 0.036%igen wäßrigen Lösung und 0,42 ppm nach 42 Tagen nach Applikation einer 0,1%igen Lösung. Im Verlaufe von 2 Monaten wurde das in der Schale, im Fruchtfleisch und im Saft vorhandene OMPA allmählich zersetzt, doch erfolgte dieser Abbau langsamer, als auf Grund theoretischer Berechnungen erwartet worden war. Wie mittels Bioassay nachgewiesen werden konnte, betrug die letale Dosis für weibliche Spinnmilbenimagines in 48 Stunden 20–50 μg OMPA pro 1 g Blattgewebe. Der entsprechende Wert für *Heliothrips haemorrhoidalis* lautete 4000 μg pro 1 g Blattgewebe. Die bei *Paratetranychus citri* erhaltenen Werte stimmen recht gut mit den Zahlen überein, die David (41) bei *Aphis fabae* erhielt und die sich in der Größenordnung von 50 μg pro 1 g Bohnenblattgewebe bewegen.

Thomas und Bennett (190) stellten bei ihren Untersuchungen über die Translokation und den Abbau von radioaktivem Schradan in Apfelsämlingen und -unterlagen, Chrysanthemen, *Coleus* und Bohnenpflanzen (*Phaseolus multiflorus* und *Vicia faba*) fest, daß das Licht einen entscheidenden Einfluß auf die Leitung des Schradans in der Pflanze hat. In einem Versuch an *Coleus*. *Vicia faba* und *Phaseolus multiflorus* war nur eine sehr geringe Translokation zu beobachten, wenn die Pflanzen vor und nach der Behandlung im Dunkeln gehalten wurden. Die einzelnen Pflanzenspezies zeigten dabei sehr interessante Unterschiede in ihrem Verhalten. So kam die Translokation bei *Ph. multiflorus* nur in Gegenwart von Licht in Gang, während bei *Vicia faba* und *Coleus* Schradan auch im Dunkeln geleitet wurde, vorausgesetzt, daß die Pflanzen vor der Behandlung ins Licht gestellt worden waren. Durch Ringelung der Apfelunterlagen oberhalb und unterhalb der behandelten Blätter konnten Thomas und Bennett nachweisen, daß Schradan und seine Abbauprodukte hauptsächlich im Phloem geleitet werden. Vor allem bei der Leitung in basipetaler Richtung wird Schradan ausschließlich im Phloem transportiert, während bei der Aufwärtsbewegung das Schradan in beschränktem Maße auch im Xylem verfrachtet wird. In Übereinstimmung mit andern Autoren beobachteten auch Thomas und Bennett, daß das Insektizid vor allem zu Stellen neuen Wachstums geleitet wird. Bei einer Behandlung mittelständiger Blätter wird die Substanz immer in weit stärkerem Maße zu den oberen jüngeren Blättern geleitet als zu den basalen älteren. Bei Äpfel und Chrysanthemen konnte nach Behandlung der mittelständigen Blätter eindeutig eine Tranlokation von unzersetztem Schradan in die basalen Blätter nachgewiesen werden — jedoch nicht in insektizid wirksamen Mengen.

Es wurde bereits angedeutet, daß alle Fragen bezüglich Beständigkeit und Abbau beim OMPA, wie selbstverständlich auch bei allen anderen systemischen Schädlingsbekämpfungsmitteln, große praktische Bedeutung haben, und zwar

sind es zwei Probleme, die in diesem Zusammenhang interessieren: Erstens die insektizide Wirkungsdauer und zweitens die toxischen Rückstände. Ripper *et al.* (162) sowie Hartley und Heath (93) stellten fest, daß die Beständigkeit und damit die Dauerwirkung des OMPA in der Pflanze stark von der Jahreszeit und vom physiologischen Zustand der Pflanze abhängig ist. Während des Sommers, wenn die Pflanze in aktivem Wachstum begriffen ist, nimmt die Wirkung viel rascher ab als z. B. im Spätherbst. So betrug im Sommer die Halbwertszeit des OMPA 2–3 Wochen, diejenige des ökologisch selektiven Innertherapeutikum „Isopestox", auf das wir auf S. 118 zu sprechen kommen, 6 Tage und diejenige von Dimefox 1–2 Wochen. Nach einer Behandlung im Spätherbst erwiesen sich jedoch Erdbeerpflanzen noch 4 Monate später als insektizid. Wenn die Tage kürzer werden und die Assimilation und daher auch der Transport der Assimilate in der Pflanze abnimmt, geht auch die Absorption und der Abbau der Innertherapeutika in der Pflanze in geringerem Ausmaß vor sich. Um eine Dauerwirkung auch während des ganzen Winters zu erreichen, muß die Behandlung deshalb zu einer Zeit vorgenommen werden, wo die Pflanze noch genügend aktiv ist, um die Resorption zu bewerkstelligen. Dieser Zeitpunkt ist der Spätherbst — unmittelbar bevor das Wachstum aufhört. Unter solchen Bedingungen bleibt die Pflanze während mehrerer Monate insektizid. Ferner geht bei trockener Witterung die Aufnahme rascher vor sich, vorausgesetzt, daß im Gewächs kein Wasserdefizit eintritt. Bei starker Trockenheit, wenn der Saftstrom in der Pflanze vermindert ist, findet nur eine geringe oder keine Resorption mehr statt. Da OMPA in der Pflanze während der Vegetationszeit innerhalb von 3 bis 4 Wochen abgebaut wird, ist 6 Wochen nach der Behandlung kein toxischer Rückstand mehr vorhanden. Es ist deshalb notwendig, daß zwischen der letzten Behandlung und der Ernte eine Zeitspanne von 6 Wochen liegt. Dieser Vorsichtsmaßnahme muß der Spritzplan angepaßt sein. Das gilt für die Anwendung von OMPA in Form von Spritzmitteln. Im Boden geht jedoch der Abbau viel langsamer vor sich als in den wachsenden grünen Pflanzen.

Bei der Zersetzung des OMPA in lebenden Pflanzen kann es sich nicht um eine gewöhnliche Hydrolyse handeln, da der Abbau in der Pflanze viel rascher erfolgt als *in vitro*. Messungen ergaben, daß im normalen p_H-Bereich der Pflanze (p_H 4–6) die Halbwertszeit des OMPA Jahre dauern würde. Ripper *et al.* (162) sowie Hartley und Heath (93) nehmen deshalb an, daß für den Abbau in der Pflanze enzymatische Vorgänge verantwortlich sind. Die Ansicht von Ripper *et al.*, daß es sich bei der Enzymreaktion um eine Oxydation handelt, scheint auf Grund neuerer Untersuchungen von Casida und Stahmann (31) richtig zu sein. So gelang Casida und seinen Mitarbeitern der Nachweis, daß OMPA in der Pflanze in einen Hemmstoff der Cholinesterase umgewandelt wird, wie dies auch schon Dubois *et al.* (53) angenommen hatten. Dieses Stoffwechselprodukt kann mit Hilfe von Enzymreaktionen leicht nachgewiesen werden. Casida und Stahmann (31, 32), konnten weiterhin zeigen, daß es sich bei dem in der Pflanze gebildeten Cholinesterasehemmstoff um die gleiche Verbindung handelt, die auch im Säugerorganismus gebildet wird. Im Warmblüterorganismus wird beim Abbau des OMPA eine Dimethylphosphorsäureamid-Gruppe oxydiert und in eine neue funktionelle Gruppe umgewandelt, die für die toxische Wirkung verantwortlich ist und für welche von Casida und Stahmann der Name „Phosphoramidoxyd" vorgeschlagen wurde.

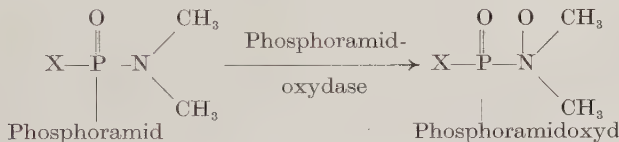
Das Phosphoramidoxyd des OMPA konnte von Casida und seinen Mitarbeitern aus der Leber von Säugetieren zu der Zeit isoliert werden, als die

ersten toxischen Symptome auftraten. Dieses Intermediärprodukt zeigt ungefähr bei p_H 8 seine maximale Beständigkeit. Es ist gegenüber Säuren sehr empfindlich, weniger gegenüber Alkalien. Das Phosphoramidoxyd blockiert die Cholinesterase und Chymotrypsin im gleichen Konzentrationsbereich, in dem auch Diisopropylfluorphosphat und TEPP auf diese Enzyme eine Hemmwirkung ausüben. Die Phytotoxizität des OMPA scheint mit der Bildung dieses Metaboliten in der Pflanze zusammenzuhängen. Casida, Chapman und Allen (30) konnten in Versuchen an Erbsenpflanzen zeigen, daß eine direkte Beziehung zwischen dem OMPA-Gehalt in der Pflanze, der Hemmung der pflanzlichen Phosphatase und der Phytotoxizität des Insektizids besteht. Die Zugabe von Phosphor zum Boden oder zur Nährlösung, wie dies unter praktischen Bedingungen bei einer Phosphordüngung der Fall wäre, vermindert die Wirksamkeit des OMPA in der Pflanze. Casida *et al.* schreiben dies einer Wirkung auf die Resorption durch die Wurzeln zu, da keine Wechselwirkung von Phosphor und OMPA bei einer Samenbeizung oder bei einer Blattbehandlung festgestellt wurde. Isolierte Wurzeln vermochten OMPA in sein Phosphoramidoxyd zu verwandeln, das die extrazelluläre Wurzelphosphatase zu hemmen imstande war. Die Phytotoxizität des OMPA beruht also mit ziemlicher Sicherheit auf der Umwandlung in das Phosphoramidoxyd, das hierauf die Phosphatase oder andere wichtige pflanzliche Enzyme hemmt [Casida und Stahmann (31)].

2. Wirkungsmechanismus

Über den Wirkungsmechanismus des OMPA beim Insekt bestehen mehrere Theorien. Nach Angabe verschiedener Autoren [Metcalf und March (138), Bennett (17) und Ripper (160)] besitzt OMPA gegen Insekten bei äußerlicher Applikation und bei Injektion keine Giftwirkung. Hingegen sind Pflanzen, die mit OMPA behandelt wurden, für die daran saugenden Insekten und Spinnmilben stark giftig. Dubois *et al.* (53) erklären dies damit, daß die Insekten im Gegensatz zu den Pflanzen nicht imstande sind, OMPA in einen Cholinesterasehemmstoff umzuwandeln. Duspiva (54) konnte jedoch später nachweisen, daß die zu den Baumläusen gehörende *Lachnus saligenus* nicht nur beim Saugen an Weidenzweigen, die mit „Pestox 3“ behandelt worden waren, sondern auch bei örtlicher Applikation von „Pestox 3“ abgetötet wurde. Dasselbe war bei Feuerwanzen der Fall. Ein Saugen von pestoxhaltigem Pflanzensaft ist also zur Vergiftung nicht erforderlich. Duspiva nimmt deshalb an, daß nur die für OMPA empfindlichen Insekten über ein Fermentsystem verfügen, das OMPA in einen aktiven Cholinesterase-Inhibitor umwandelt, und sieht darin die Erklärung für die selektive Wirkung des OMPA. Metcalf [zitiert bei Casida und Stahmann (31)] stellte jedoch fest, daß auch die Organe der Küchenschabe, die gegenüber OMPA stark resistent ist, ohne weiteres einen Cholinesterase-Inhibitor aus OMPA bilden. Es zeigte sich nun, daß das im Insekt aus OMPA gebildete Intermediärprodukt mit dem in der Pflanze nachgewiesenen chemisch identisch ist. Ferner erwies sich auch das bei der Oxydation des OMPA mit Permanganat *in vitro* erhaltene erste Oxydationsprodukt als identisch mit dem biologischen Metaboliten. Die unterschiedliche Empfindlichkeit der Insekten gegenüber der Giftwirkung des OMPA scheint nicht darauf zu beruhen, daß sie in unterschiedlichem Maße imstande sind, das Intermediärprodukt aus OMPA zu bilden oder es zu entgiften, da das Phosphoramidoxyd ebenso leicht aus einem mäßig resistenten Insekt, wie der Fliege, und der resistenten Küchenschabe, wie aus empfindlichen Blattläusen isoliert werden konnte. Die stark differierende Reaktionsbereitschaft der

Insekten ist daher wahrscheinlich einer unterschiedlichen Empfindlichkeit der Cholinesterase der einzelnen Insektenarten gegenüber dem Metaboliten zuzuschreiben. Der Beweis dafür konnte dadurch erbracht werden, indem *in vitro* die Hemmung der aus verschiedenen Insektenarten stammenden Cholinesterase durch Phosphoramidoxyd bestimmt wurde. Die aus den resistenten Arten isolierte Cholinesterase benötigte zur Hemmung eine 5–50mal so große Inhibitormenge wie die von den empfindlichen Arten stammende Cholinesterase. Die Unterschiede zwischen empfindlichen und resistenten Insekten bezüglich ihrer Fähigkeit, OMPA in einen Cholinesterase-Inhibitor zu verwandeln, sind also rein quantitativer Art. Zu dieser Ansicht kommen auch O'Brien und Spencer (152) in einer instruktiven Arbeit über den Stoffwechsel des OMPA im Insekt. Casida und Stahmann (31,32) stellten folgende allgemeine Theorie über den Stoffwechsel und den Wirkungsmechanismus des OMPA auf: Pflanzen, Säugetiere und Insekten wandeln OMPA in ein Intermediärprodukt um, woraus ein millionenfacher Anstieg in der Hemmwirkung auf die Cholinesterase und Chymotrypsin resultiert. Ein ähnliches Resultat wird durch eine chemische Oxydation erzielt. Durch die enzymatische oder chemische Oxydation des OMPA wird eine neue funktionelle Gruppe gebildet, für die der Name Phosphoramidoxydgruppe vorgeschlagen wurde, während das die Umwandlung bewirkende weitverbreitete Enzymsystem „Phosphoramidoxydase" genannt wurde.

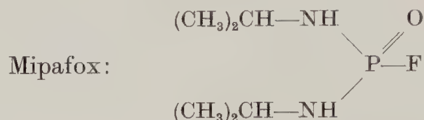


Durch die Bildung des Phosphoramidoxyds entsteht an einer der Dimethylphosphoramidgruppen ein positiv geladenes quaternäres Stickstoffatom, welches vom negativen (anionischen) Zentrum der Cholinesterase angezogen wird und sich auf diese Weise selektiv mit dem Ferment verbindet. Da bekanntlich die Cholinesterase an der enzymatischen Hydrolyse und Synthese des Acetylcholins beteiligt ist, das seinerseits für die normale Funktion der Nervenzellen und der Reizleitung verantwortlich ist, so verursacht deren Hemmung beim Insekt und Säugetier starke toxische Wirkungen. Im Gegensatz dazu besitzen Pflanzen keine derartigen Nervenzellen und keine solchen mit ihnen zusammenhängenden Enzymsysteme, so daß OMPA bzw. der daraus gebildete Cholinesterase-Inhibitor eine relativ geringe Giftwirkung auf die Pflanzen ausübt. Für die insektizide Wirkung ist nach Casida *et al.* (32) in erster Linie das im Insekt gebildete Phosphoramidoxyd des OMPA verantwortlich, da dieses Intermediärprodukt in der Pflanze nur langsam und in geringer Menge entsteht. Ähnlicher Ansicht sind auch *De Pietri Tonelli* und *March* (46 a), die in interessanten und instruktiven Versuchen über die Beziehung zwischen der Aktivierung von Schradan in pflanzlichem Gewebe zu seiner Giftwirkung auf Blattläuse und Spinnmilben beobachteten, daß nur das im Insekt aktivierte Schradan den toxischen Effekt hervorruft. Demgegenüber sind die kleinen Mengen an aktivem Intermediärprodukt, die das Insekt beim Saugen an einer behandelten Pflanze zusammen mit großen Mengen von unverändertem Schradan peroral aufnimmt, für die Giftwirkung bedeutungslos. O'Brien und Spencer (152) vermuten, daß es sich bei dem von Casida und Stahmann als Phosphoramidoxydase bezeichneten Enzym um Trimethylaminoxydase handelt.

Eine zusammenfassende Darstellung über die Biochemie des Schradans und über die verschiedenen Theorien, die über den Wirkungsmechanismus dieses Insektizids aufgestellt wurden, veröffentlichte Kilby (119).

c) Mipafox („Isopestox“)

Von der Pest Control Ltd., Cambridge, wurde vor einiger Zeit ein weiteres systemisches Insektizid, das Bis-(monoisopropylamino)-fluorphosphinoxyd, unter dem Namen „Isopestox“ herausgebracht (zuweilen auch als „Pestox 15“ bezeichnet). Diese Verbindung ist erstmals von Hartley synthetisiert worden [Ripper (163)].



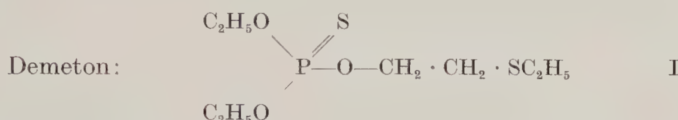
Die Reinsubstanz vom Smp. 60° C löst sich bei 25° C zu 8% in Wasser und ist wenig flüchtig. Nach Angaben der Herstellerfirma weist die Substanz, die in der Folge auf Vorschlag der British Standards Institution die neutrale Bezeichnung Mipafox erhielt, eine relativ geringe Toxizität für Warmblüter auf. So beträgt die $D.l._{50}$ für Kaninchen und Meerschweinchen 80–100 mg/kg. Ripper (163) gibt für Säuger bei oraler Verabreichung eine $D.l._{50}$ von 25 bis 50 mg/kg an. Immerhin scheint Mipafox ein ziemlich gefährliches Produkt zu sein, wie aus einigen Vergiftungsfällen geschlossen werden kann, die sich bei der Fabrikation ereigneten. So beschreiben Bidstrup, Bonnell und Beckett (19) zwei Fälle, bei denen es im Anschluß an eine Mipafox-Vergiftung nach einer Latenzzeit von 2 Wochen zu schweren Lähmungen kam, die mehrere Monate andauerten und die wahrscheinlich auf eine Auflösung der Markscheide der peripheren Nerven zurückzuführen waren (6).

Im Gegensatz zu OMPA finden sich in der weiteren phytopathologischen Literatur im übrigen nur spärliche Angaben über Mipafox. Nach Ripper *et al.* (162) werden durch „Isopestox“ Blattläuse, Spinnmilben, Thripse, Weiße Fliegen und deren Larven, Schildläuse und Schmierläuse erfaßt. Infolge seiner geringen Flüchtigkeit weist das Produkt keine Gaswirkung auf. In seiner Wirkung auf die Nützlingsfauna unterscheidet sich „Isopestox“ stark von OMPA, indem es im Gegensatz zu diesem auch nützliche Insekten unmittelbar nach der Spritzung vernichtet. Sobald jedoch der Spritzmittelrückstand vom Blatt resorbiert worden ist, werden die Nützlinge nicht mehr abgetötet, während die Blattläuse und andere saugende Insekten dann auf innertherapeutischem Wege vernichtet werden. „Isopestox“ wirkt also nicht selektiv. Es kann jedoch, wie Ripper *et al.* (162) gezeigt haben, in ein Insektizid mit selektiver Wirkung umgewandelt werden, wenn es in der Weise appliziert wird, daß es mit jenen Pflanzenteilen, wo die nützlichen Insekten sich aufhalten, nicht in Berührung kommt. Am besten läßt sich dies durch eine Bodenbehandlung oder durch Angießen der Pflanzen bewerkstelligen, wobei in beiden Fällen das Insektizid von den Wurzeln aufgenommen wird. In der Pflanze wird „Isopestox“ viel rascher von Enzymen angegriffen als OMPA; nach 2–3 Wochen ist es meist vollständig abgebaut. Demzufolge weist „Isopestox“ auch eine kürzere Dauerwirkung auf als letzteres. Fjelddalen (62) behandelte mit „Isopestox“ im Frühjahr Pelargonien (*Pelargonium peltatum*) gegen Blattläuse. Beim Spritzen der Pflanzen mit einer 0,1%igen Konzentration wurde nur

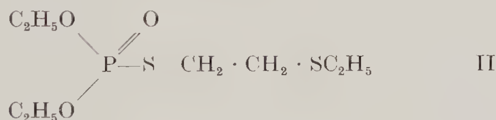
während 1 Woche eine 100%ige Blattlausmortalität erzielt, während beim Gießen von Topfpflanzen mit 0,2% „Isopestox" die Dauerwirkung sich auf 3 Wochen erstreckte.

d) Demeton („Systox")

Bei den Arbeiten über organische Phosphorverbindungen wurden von Schrader (172, 173) verschiedene Ester der Dialkylthiophosphorsäure mit Thioglykoläthern hergestellt und zur Prüfung auf ihre kontaktinsektiziden und systemischen Eigenschaften gegeben. Dabei erwies sich der Diäthylthiophosphorsäureester des Aethylthioglykoläthers als die wertvollste Verbindung.



Diese zuerst unter der Nummer „E 1059" bzw. „8169", später unter der Handelsbezeichnung „Systox" bekanntgewordene Substanz entfaltet bei lebenden Pflanzen eine starke und lang anhaltende innertherapeutische Wirkung, wie sie vorher bei keiner andern organischen Phosphorsäureverbindung beobachtet wurde. Die Reinsubstanz ist ein farbloses, leicht bewegliches Öl. In Wasser ist der Wirkstoff „Systox" bei Zimmertemperatur nur wenig löslich (etwa 1 : 5000), gut löslich dagegen in den gebräuchlichen organischen Lösungsmitteln. Die Flüchtigkeit der Wirksubstanz I ist relativ hoch, nämlich 14 mg/m³ bei 20° C. Bei höheren Temperaturen (130° C) oder bei längerem Stehen (40 bis 48 Stunden) lagert sich „Systox" in die isomere Verbindung Isosystox um, wobei der mit Phosphor doppeltgebundene Schwefel gegen doppeltgebundenen Sauerstoff ausgetauscht wird.



Die Dampfdruckkurve des isomeren Systox verläuft praktisch gleich wie die von „Systox", hingegen ist Isosystox bedeutend besser wasserlöslich (1 : 500).

Die Toxizitätsdaten von „Systox", das in den USA in Anlehnung an die dort gebräuchliche chemische Bezeichnung 0,0-Diäthyl-0-(2-äthylmercaptoäthyl)-thiophosphat, den neutralen Namen (common name) Demeton erhalten hat, bewegen sich ungefähr in der Größenordnung des Parathions. Wirth (211) gibt für eine gereinigte Probe des „Systox"-Wirkstoffs einen oralen $D.l._{50}$-Wert von 7,5 mg/kg an der Ratte an. Diese gereinigte Probe enthielt 95% der oben angegebenen Verbindung I und 4,6% der isomeren Verbindung II, die an sich erheblich giftiger ist als „Systox"-Wirkstoff (I), beträgt doch ihr entsprechender $D.l._{50}$-Wert 1,5 mg/kg. Nach Borgmann (23) enthält das Handelsprodukt 50% Wirksubstanz, die sich zu 60% aus „Systox" und zu 40% aus isomerem „Systox" (Isosystox) zusammensetzt. Hierfür gibt Borgmann folgende Toxizitätszahlen an: eine $D.l._{50}$ von 11,25 mg/kg bei subkutaner Injektion des 50%igen Handelspräparates „Systox" unter die Rückenhaut der männlichen Maus, eine $D.l._{50}$ von 14,33 mg/kg bei peroraler Anwendung des Mischwirkstoffs an der männlichen Ratte und eine $D.l._{50}$ von 16,25 mg/kg bei entsprechender Applikation einer gereinigten, ausschließlich aus der

P = S-Verbindung bestehenden Wirksubstanzprobe. Auf Grund von chronischen Toxizitätsversuchen, in denen männliche Ratten „Systox“-Wirkstoff peroral erhielten, ist eine kumulative Schädigung durch „Systox“ nicht anzunehmen. Ein endgültiges Urteil hierüber ist nach Borgmann jedoch erst dann möglich, wenn die Untersuchungen über die Cholinesterasehemmung abgeschlossen sind. Von praktischer Bedeutung ist die beträchtliche Perkutantoxizität des „Systox“, die erheblich stärker ist als die des „E 605“. Desgleichen spielt der im Vergleich zu „E 605“ hohe Dampfdruck des „Systox“ eine nicht zu unterschätzende Rolle in toxikologischer Hinsicht. Bei der Prüfung der Frage, inwieweit beim Spritzen durch feinste Nebelbildung eine Gefährdung erfolgen kann, stellte Borgmann fest, daß „Systox“ hinsichtlich der Versprühungswirkung giftiger als „E 605“ ist.

1. Wirkungsmechanismus und Verhalten in der Pflanze

Über die insektiziden Eigenschaften und den Wirkungsmechanismus des „Systox“ hat Unterstenhöfer (195) ausführlich publiziert. Als Kontaktinsektizid ist „Systox“ in den zur Anwendung kommenden Konzentrationen als ein oligotoxisches Insektizid zu bezeichnen; d. h. es wirkt nur gegen bestimmte Gruppen von Schädlingen, wobei Blattläuse und vor allem Spinnmilben besonders anfällig sind. Bei der Untersuchung der innertherapeutischen, intraplantären Wirkung des „Systox“ stellte Unterstenhöfer fest, daß beim Angießen einer Pflanze die Substanz von den Wurzeln aufgenommen und hierauf in den Saftleitungsbahnen transportiert wird. Hierbei verbreitet sich das Mittel vollständig in der Pflanze und tötet nach einer bestimmten Zeit, die von verschiedenen Faktoren — worunter vor allem von physiologischen Faktoren der Pflanze — abhängig ist, alle an der Pflanze saugenden Blattläuse und Spinnmilben ab. Die Pflanzen bleiben über Wochen frei von Schädlingen. Künstlich übertragene oder natürlich zufliegende oder zuwandernde Tiere vermögen sich nicht anzusiedeln, auch nicht auf den neuzugewachsenen Blättern oder Trieben. Je nach der angewendeten Konzentration und Aufwandmenge können die Pflanzen bis zu 8 Wochen immunisiert werden. Eine Substanzaufnahme durch die Wurzeln kommt jedoch für eine Großflächenbehandlung nicht in Frage. Praktisch wichtiger ist die Erreichung einer innertherapeutischen Wirkung durch normales Bespritzen der Pflanzen. Es zeigte sich, daß sich „Systox“ nach normalem Bespritzen der Pflanzen genau gleich verhält wie nach dem Angießen. Die Substanz dringt in die Pflanze ein, wird in derselben verfrachtet und bleibt eine Zeitlang in ihr. Ob „Systox“ beim Transport in den Pflanzen vorübergehend an noch unbekannte Fermente oder Eiweißverbindungen angelagert wird und dann von diesen Depots aus langsam abgegeben wird, ist nach Schrader (172) noch nicht geklärt. Für die praktischen Belange der Blattlaus- und Spinnmilbenbekämpfung hat sich nach Unterstenhöfer (195) eine Konzentration von 0,05% Nr. 8169 bzw. „Systox“ als zweckmäßig erwiesen. Werden mit dieser Konzentration und einer Aufwandmenge von 1000 l/ha grüne Pflanzen behandelt, so sind nach etwa 1 Stunde durch direkte Wirkung sämtliche an der Pflanze vorhandenen Blattläuse und Spinnmilben abgetötet. Innerhalb der nächsten 10 und 14 Tage vermögen sich diese Schädlinge nicht an den behandelten Pflanzen anzusiedeln. Durch ein Bespritzen der Pflanzen wird naturgemäß niemals eine so lange Dauerwirkung wie bei Bodenbehandlungen erreicht, weil beim Spritzen nicht ein solches Depot in die Pflanze gebracht werden kann, vor allem kein Depot, aus dem die Pflanze mit den Wurzeln ständig Substanz aufnehmen kann.

Die Abtötungsgeschwindigkeit ist anfangs groß, wird aber mit zunehmendem zeitlichen Abstand vom Applikationstermin an immer kleiner, was die Folge eines progressiven Konzentrationsverlustes ist. Durch Erhöhung der Konzentration kann die Dauerwirkung verlängert werden. Irgendwelche Schäden wurden bei dieser Behandlung an den Kulturpflanzen nicht festgestellt. Durch entsprechende Behandlung von Samen und Knollen gelingt es, die auflaufenden Pflanzen für eine bestimmte Zeit zu immunisieren. Bei der Wirkstoffaufnahme spielt das Alter der Pflanze eine so große Rolle, daß Unterstenhöfer (198) in seinem Vortrag an der Pflanzenschutztagung 1953 in Heidelberg diesbezüglich von einem „Alterseffekt" sprach. Steudel (183) stellte in Laborversuchen an Rübenpflanzen fest, daß unausgewachsene Blätter mit noch erheblichem Blattwachstum ihre aphizide Wirkung nach der Behandlung schneller einbüßen als ausgewachsene Altblätter. Blätter, welche sich erst nach der Behandlung entwickelten, waren von vornherein viel weniger toxisch. Innerhalb des Blattapparates besteht also einige Zeit nach der Behandlung ein ausgesprochenes Wirkstoffgefälle von den alten zu den jungen Blättern. Die Versuche von Steudel beweisen eindeutig, daß die Dauerwirkung des „Systox" in enger Beziehung zum Wachstum der Pflanze steht. Der auffällige Unterschied in der Dauerwirkung zwischen jungen und alten Blättern läßt darauf schließen, daß die Verteilung des „Systox" innerhalb der Pflanze von den behandelten Blättern aus weniger rasch und vollständig ist als jene von den Wurzeln über den Transpirationsstrom. Dies zeigten auch Versuche, in denen bestimmte Blätter von Topfrüben einige Zeit in „Systox"-Emulsionen getaucht wurden und anschließend die toxische Wirkung nicht behandelter Blätter der gleichen Pflanze untersucht wurde. Erst bei Anwendung hoher Konzentrationen und genügend langer Tauchzeit ließ sich nach der beschriebenen Methode das Einwandern nachweisbarer „Systox"-Mengen bestätigen. Die Leitung des Mittels vom Blatt der *Beta*-Rübe durch den Stiel in die Pflanze — sei es durch Transport in den Leitbahnen oder durch Diffusion — ist also anders als bei der Aufnahme durch die Wurzeln; dies hat zur Folge, daß die behandelten Pflanzenteile ihr „Systox"-Depot zum größten Teil nicht an andere, noch wachsende abgeben und sich so das beschriebene Konzentrationsgefälle einstellt. Diese Befunde von Steudel decken sich gut mit den im Freiland gesammelten Erfahrungen, nach denen die Dauerwirkung von „Systox" bei jungen, in vollem Wachstum befindlichen Pflanzen geringer ist.

Unterstenhöfer (195) wies nach, daß das intraplantär vorhandene „Systox" auf Blattläuse, Spinnmilben und Fliegen in der Gasphase wirkt. Bezüglich der Gaswirkung macht sich dieser Autor folgende Vorstellung vom Wirkungsmechanismus des „Systox": Die Substanz wird von den Wurzeln und Blättern aufgenommen und im Transpirationsstrom schnell in der Pflanze verteilt. Hierauf wird der Wirkstoff evaporiert bzw. ausgeschieden. Das dabei aus der Pflanze austretende „Systox" kann in der Dampfphase toxisch auf die Schädlinge wirken. Gerade die Blattläuse und Spinnmilben, die wegen ihrer Kleinheit ständig in nächster Nähe der Blattoberfläche bleiben, befinden sich in einer mit Gas angereicherten Atmosphäre und gehen ein. Auf diese Weise verläßt „Systox" langsam die Pflanze. Auch Davis und Sessions (46) halten auf Grund ihrer Versuche an Baumwollpflanzen die Gaswirkung für eine der wichtigsten Wirkungskomponenten des „Systox". Dieser Ansicht ist auch Hirschmann (98), die mit „Systox" umfangreiche Versuche an Blattälchen durchführte und dabei feststellte, daß das Präparat neben einer Kontaktgiftwirkung in erster Linie als Atemgift durch die Haut dieser Fadenwürmer ein-

wirkt. Auf Grund von Beobachtungen an Chrysanthemen nimmt die Verfasserin an, daß das „Systox" in der Pflanze hauptsächlich in akropetaler Richtung, also im Transpirationsstrom geleitet wird. In speziellen Versuchen konnte Hirschmann nachweisen, daß „Systox" durch Fermente von Fäulnisbakterien in ungiftige Substanzen abgebaut wird. Es ist daher mit der Möglichkeit zu rechnen, daß „Systox" auch in der Pflanze durch Fermente mit der Zeit inaktiviert wird, wie dies Frohberger (64) beim „E 605" nachwies.

Diese rein physikalische Erklärung der Wirkungsweise von „Systox", wie sie Unterstenhöfer gibt, hält Lusis (133) nicht für richtig. In Versuchen an *Drosophila melanogaster* stellte Lusis fest, daß nur Spritzbeläge auf unbelebter Unterlage eine Gaswirkung besitzen, während nach Aufnahme des Präparats durch die Pflanze eine solche Wirkung nicht nachgewiesen werden konnte. Das „Systox" wurde weder in den kutikulären Ausscheidungen der Pflanze noch in den transpirierten Gasen festgestellt. Lusis hält daher die Fraßgiftwirkung für die wichtigste Wirkungskomponente und nimmt an, daß das „Systox" genau wie andere Thiophosphorsäureester eine artspezifische Wirkung auf die Cholinesterase besitzt.

Beachtliche Befunde meldete Wedding (205). Er untersuchte an bewurzelten Zitronenstecklingen die Leitung eines radioaktiven „Systox-"Präparates, dessen Molekül mit S^{35} markiert war. Mit Hilfe von Ringelungsversuchen konnte nachgewiesen werden, daß der Transport des „Systox" in Zitronenpflanzen nach Applikation des Präparates auf die Rinde zum größten Teil zuerst im Phloem erfolgt. Mit der Zeit diffundiert ein Teil aber auch in das Xylem hinein und wird mit dem Transpirationsstrom verfrachtet. Ähnliche Resultate wurden auch nach Applikation des mit S^{35} markierten „Systox"-Präparates auf die Blätter von Zitronenpflanzen erhalten. Auch in diesem Falle erfolgte der Transport in erster Linie zuerst im Phloem. Berechnungen der Wanderungsgeschwindigkeit des „Systox" ergaben unter diesen Versuchsbedingungen einen Wert von 2,5 cm/h für eine Bewegung in basipetaler Richtung (Phloem) und von 10 cm/h für eine solche in akropetaler Richtung (Xylem). Die hier beschriebenen Versuche mit radioaktivem „Systox" sowie weitere Experimente sprechen dafür, daß sowohl die Richtung als auch die Intensität des Transportes einem Tagesrhythmus unterworfen sind. Möglicherweise hängt dies mit der Assimilation zusammen. Gewisse Anhaltspunkte hierfür liefern Versuche mit dem Phytohormon 2,4-D (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure). Wird z. B. 2,4-D auf Pflanzen appliziert, die im Dunkeln gehalten werden, so findet kein Transport des Präparates statt. Erst wenn die Pflanzen ans Licht gestellt werden oder Kohlehydrate erhalten, erfolgt eine Leitung des 2,4-D [Weintraub und Brown (206)]. Wenn bei den systemischen Insektiziden der gleiche Zusammenhang besteht, dann müßte darauf geachtet werden, daß sie nicht bei zu kaltem und trockenem Wetter angewendet werden. Jeppson (114) schreibt in einer Arbeit über entomologische Aspekte der inneren Therapie, daß die Aufnahme und die Leitung der innertherapeutischen Insektizide bei kühlem und bedecktem Wetter minimal ist.

Tietz (191) studierte in sehr aufschlußreichen Versuchen mit Hilfe eines radioaktiven „E 1059"-Präparates, dessen Molekül mit P^{32} markiert war, das Verhalten des „Systox"-Wirkstoffes in der Pflanze, insbesondere seine Aufnahme, Translokation und seine Dauerwirkung. Nachdrücklich weist jedoch Tietz in der Einleitung zu seiner Publikation darauf hin, daß alle quantitativen Angaben über den Präparatgehalt im Pflanzenmaterial (vorwiegend *Vicia faba*) ausschließlich aus den Aktivitätsbestimmungen errechnet worden sind.

Die verwendete Methode zeigt nicht unmittelbar die Gegenwart des Wirkstoffs an, sondern lediglich das radioaktive Phosphoratom. Mit dem Geiger-Müller-Zähler konnten Verdünnungen von bis zu 10^{-9} erfaßt werden, also Präparatmengen, die weit unter der insektiziden Wirksamkeit liegen, da zur Abtötung von Blattläusen eine Verdünnung von mindestens 5×10^{-6} erforderlich ist. Bei der Untersuchung der Aufnahme des Präparates duroh die intakten Wurzeln zeigte es sich, daß „E-1059" aus einer Lösung unbegrenzt aufgenommen wird, während aus Sand und humushaltigem Boden die Aufnahme langsamer und je nach Bodentyp begrenzt erfolgt. Nach Aufnahme durch die Wurzeln wird „E-1059" im Transpirationsstrom in alle oberirdischen Sproßorgane geleitet. Die Blätter vermögen den Wirkstoff vorübergehend zu speichern, wobei sich „E-1059" an den Blatträndern stärker anhäuft als in der Blattmitte, was vermutlich durch die Stauung des Transpirationsstromes an der Peripherie bedingt ist. Nach einer Behandlung der Blätter mit einer „E-1059"-Lösung vermag der Wirkstoff in hoher Konzentration ins Blattinnere vorzudringen. Bereits nach 1 Stunde sind 35–40% der applizierten Mengen eingedrungen. wobei die Stomataleisten und die Basalzellen bevorzugte Orte der Aufnahme sind, weshalb von der Blattunterseite mehr Wirkstoff eindringt als von der Blattoberseite. Die Resorption ist außerdem stark vom Blattypus abhängig. Im Blatt selbst erfolgt keine nennenswerte Ausbreitung durch Diffusion, dagegen wird der Blattquerschnitt von „E-1059" ziemlich schnell durchwandert. Die Blattnerven hemmen die weitere Ausbreitung sehr stark. Bei einer Spritzung der Blätter, die in der Praxis die wichtigste Behandlungsmethode darstellt, wird das „E-1059" nur dann in insektizid wirksamen Konzentrationen weitergeleitet, wenn der größte Teil der Pflanzen behandelt worden ist. Die Translokation erfolgt dann vorwiegend im Phloem, doch tritt der Wirkstoff bestimmt auch ins Xylem über. Wahrscheinlich wird das „E-1059" passiv mit den Assimilaten transportiert. „E-1059" wird von der lebenden Zelle vorübergehend gespeichert, besonders reichlich in der Epidermis und in den Scheidenparenchymzellen der Leitgewebe. Die Entgiftung der Pflanze erfolgt vornehmlich auf dem Wege der kutikulären Rekretion. Die Wirkstoffmoleküle werden vom extravasculären Membranstrom erfaßt und durch die Poren der Kutikula nach außen verfrachtet.

Ahmed *et al.* (1) konnten bei der Behandlung der Blattstiele von Baumwollpflanzen mit einem „Systox"-Präparat nur eine Translokation des Wirkstoffs im Xylemgewebe nachweisen. Das Insektizid wurde dabei in beiden Richtungen geleitet, doch erfolgte der Transport spitzenwärts rascher als in umgekehrter Richtung. Die Versuche wurden mit einem radioaktiven S^{35}haltigen „Systox"-Präparat wiederholt und führten zum gleichen Ergebnis.

Die Aufnahme und der Transport des „Systox" sind außer von klimatischen Bedingungen auch stark vom physiologischen Zustand der Pflanzen abhängig, wie Jeppson *et al.* (113) in Freilandversuchen an Citrusbäumen nachweisen konnten. Stammbehandlungen, Spritzung des Blattwerks und Bodenbehandlungen, die in der Zeit vom Mai bis Dezember mit „Systox" und Schradan an ausgewachsenen Orangen- und Zitronenbäumen durchgeführt wurden, ergaben folgendes: 1. Verglichen mit einer Spritzung oder Stammbehandlung stellt eine Bodenbehandlung eine sehr unwirksame Methode für die Applikation von „Systox" auf Citrusbäume dar. 2. Die in der Zeit vom Mai bis November durchgeführten Behandlungen sind wirksamer als die im Winter unternommenen. 3. Stammbehandlungen, die im Mai bis Oktober durchgeführt wurden, bewirkten bei *Paratetranychus citri* auf Blättern und Früchten eine hohe Mor-

talität und bei *Aceria sheldoni* in Citrusknospen eine etwas geringere Sterblichkeit, waren jedoch unwirksam im Winter. Im Herbst verstrichen nach der Stammbehandlung 10–14 Tage, bis eine hohe Mortalität von *P. citri* resultierte. Das in diesen Versuchen nach den gleichen Anwendungsmethoden applizierte Schradan war weniger wirksam als „Systox". Interessanterweise ergaben jedoch Spritzungen des Blattwerks von Citrusbäumen, die in den Monaten November bis Juni durchgeführt wurden, eine bessere Wirkung gegen *Metatetranychus citri* als entsprechende Behandlungen in den Monaten Juli bis Oktober, wie Jeppson *et al.* in einer neueren Arbeit zeigen konnten (115). Obwohl die Gründe hierfür noch nicht genau abgeklärt werden konnten, so scheint nach den Autoren das im Sommer erzielte schlechte Ergebnis darauf zurückzuführen zu sein, daß in der wärmeren Jahreszeit mehr Wirkstoff durch Verdampfung verlorengeht als im Winter. Im Gegensatz zu den Resultaten, die Jeppson *et al.* bei Citrusbäumen erhielten, erwiesen sich in den Versuchen von Ashdown und Cordner (10) Bodenbehandlungen mit „Systox" als das wirksamste Verfahren zur Bekämpfung von Blattläusen auf Erbsenpflanzen. Mit einer Saatgutbeizung oder Bodenbehandlung wurde während 80 Tagen, d. h. von der Aussaat bis zur Ernte, eine wirksame Blattlausbekämpfung erreicht, während mit einer gewöhnlichen Spritzung ein etwas schlechteres Resultat erhalten wurde.

Auch die Ergebnisse, die Hahmann und Müller (90) bei der Bekämpfung der Erdbeermilbe (*Tarsonemus pallidus*) mit „Systox" erhielten, zeigen deulich, daß die Wirkung in unmittelbarem Zusammenhang mit pflanzenphysiologischen Vorgängen steht. Während die im Frühjahr — zur Zeit der Eiablage — durchgeführten Behandlungen gute Resultate ergeben hatten, versagte „Systox" im Hoch- und Spätsommer bei im Wachstumsstillstand befindlichen Pflanzen.

Wie sehr die systemische Wirkung außerdem noch von speziellen physiologischen Faktoren der einzelnen Pflanzenarten abhängig ist, zeigen Vergleichsversuche, die Carter (29) mit „Systox", Parathion und Malathion an Ananaspflanzen zur Bekämpfung der Schmierlaus *Pseudococcus brevipes* durchführte. Als Kontaktinsektizid angewandt ergab sowohl „Systox" als auch Malathion in allen Konzentrationen ein befriedigendes Resultat, hingegen ließ „Systox" eine innertherapeutische Wirkung auf die sich am Erdsproß aufhaltenden Schmierlauskolonien vermissen. Ein Transport des „Systox" nach den älteren Teilen der Pflanze fand also nicht statt, jedenfalls nicht in toxischen Mengen. Die Ursache für dieses merkwürdige Verhalten des „Systox" bei Ananaspflanzen, das von jenem bei andern Pflanzen völlig abweicht, ist wahrscheinlich den niedrigen p_H-Werten zuzuschreiben, die bei Ananaspflanzen gefunden werden. So weist am frühen Morgen das p_H des Blattgewebes einen Wert von 3,4 auf. Es ist nun sehr wohl möglich, daß das „Systox" und andere Phosphorsäureester bei diesen p_H-Werten sehr rasch in der Pflanze abgebaut werden.

In der Einleitung wurde bereits darauf hingewiesen, daß bei der Anwendung systemischer Insektizide die Pflanze selbst aktiv in das therapeutische Geschehen eingreift, wie das auch die vorhin geschilderten Versuche über Aufnahme, Leitung und Speicherung des Demetons in der Pflanze gezeigt haben. Es stellte sich nun die Frage, ob das intraplantär vorhandene Präparat seinerseits irgendwelche physiologischen Vorgänge in der Pflanze beeinflußt. Um diese Frage beantworten zu können, untersuchte Waeckers (200a) die Wirkung von „Systox" auf Wachstum, Photosynthese und Atmung einiger Pflanzenarten. Bei der Prüfung des Einflusses auf das Streckungswachstum von

Kressewurzeln wurde bei einer Wirkstoff-Konzentration von etwa 0,01% (= 0,02% „Systox“-Handelspräparat) eine beginnende Hemmung festgestellt. Eine Förderung durch niedrige Konzentrationen wurde nicht beobachtet. In den Assimilationsversuchen verursachten beide „Systox“-Isomeren (P = S- und P = O-Verbindung) bei der einzelligen Grünalge *Ankistrodesmus falcatus* erst bei einer Konzentration von 0,0065% Wirksubstanz (= 0,013% Handelspräparat) eine reversible Depression der Photosynthese bis zu etwa 20%. Diese Werte sind natürlich keineswegs quantitativ auf Kulturpflanzen übertragbar. Es muß ferner berücksichtigt werden, daß von der in der Praxis applizierten Konzentration, die ja in dieser Größenordnung liegt, nur ein Bruchteil physiologisch wirksam wird, da nach der Applikation einmal ein beträchtlicher Prozentsatz des Wirkstoffes von der Blattoberfläche abdampft und dann ein weiterer Teil möglicherweise in der Kutikula festgehalten wird. Der tatsächlich ins Pflanzeninnere eingedrungene Teil wird dann erst noch im Saftstrom weiter „verdünnt“. Die in der Pflanze vorhandene Konzentration ist also erheblich geringer als die Konzentration der Spritzbrühe. Für die Beobachtung eines eventuellen Einflusses auf die Atmung wurden als Testobjekte *Ankistrodesmus falcatus*, *Chlorella vulgaris* und *Helodea canadensis* gewählt und die O_2-Aufnahme als Maß für die Atmungsintensität bestimmt, wobei die getesteten Konzentrationen der reinen P = S- und P = O-Verbindung dem Bereich von 0,0001%–0,01% angehörten. Während die reine P = O-Verbindung sowohl in Lösung als auch in Emulsionsform keine signifikante Veränderung in der Intensität der O_2-Aufnahme verursachte, trat in den Lösungen und Emulsionen der reinen P = S-Verbindung oberhalb einer Konzentration von 0,005% stets eine deutliche Steigerung auf. In einer 0,006%igen Lösung war die O_2-Aufnahme der Algen um 15–20% erhöht. In einer Emulsion von 0,01% Wirkstoffgehalt stieg die Sauerstoffaufnahme um nahezu 100%. Genau wie die Photosynthese-Hemmung war auch die Atmungssteigerung reversibel. Wie die Untersuchungen an Wurzeln verschiedener höherer Pflanzen zeigen, läßt sich dieses Ergebnis nicht verallgemeinern. Die Unterschiede in der physiologischen Wirksamkeit der beiden Isomeren könnten mit der stark unterschiedlichen Wasserlöslichkeit der beiden Substanzen in Zusammenhang stehen (s. S. 119).

Die oben geschilderten Versuche, auch diejenigen von Tietz, sagen nichts darüber aus, ob das „Systox“ als solches in der Pflanze geleitet wird oder ob es sich dabei um ein Intermediärprodukt handelt. Diese Frage ist von Heath (95) näher untersucht worden. Nach diesem Autor wird sowohl „Systox“ als auch „Isosystox“ in der Pflanze innerhalb von 2 Tagen in Verbindungen umgewandelt, die besser wasserlöslich sind, sich jedoch weniger gut in organischen Lösungsmitteln lösen. Die Derivate von „Systox“ wurden nicht weiter untersucht, da „Systox“ eine viel geringere insektizide Wirkung besitzt als sein Isomeres, das sowohl die Toxizität der „Systox“-Präparate gegenüber Warmblütern als auch deren Wirksamkeit gegen Insekten und Spinnmilben bestimmt. Die in lebenden Pflanzen aus „Isosystox“ gebildeten Verbindungen bezeichnet Heath mit D_1, D_2 und D_3. Hiervon ist D_1 diejenige Fraktion, die — zwischen Wasser und Benzol verteilt — in Wasser geht, während D_2 in Benzol geht. D_3 konnte nicht in reiner Form isoliert werden. Nach Aufnahme des „Isosystox“ durch die lebende Pflanze werden in dieser sehr rasch D_1, D_2 und D_3 gebildet, die sich ziemlich stabil verhalten und noch mehrere Wochen nach Applikation von „Isosystox“ in hohen Konzentrationen in den Pflanzen nachgewiesen werden konnten. Die Halbwertszeit des D_1 in der Pflanze beträgt etwa 4 Wochen.

Bei der Untersuchung der Eigenschaften dieser Substanzen zeigte es sich, daß „Isosystox“ bezüglich der insektiziden Wirkung dem D_1 und dem D_2 überlegen ist.

In einem Versuch wurden Kohlpflanzen 4 Wochen nach der Behandlung mit „Isosystox“ mit *Brevicoryne brassicae* infiziert und später auf D_1 und D_2 hin analysiert („Isosystox“ wurde keines mehr nachgewiesen). Die Konzentrationen von D_1 und D_2 betrugen 6,8 bzw. 6,4 ppm, womit eine Blattlausmortalität von 85% bzw. 66% in 24 Stunden erzielt wurde. Eine Konzentration von 2, 7 ppm ergab während der gleichen Periode ungenügende Resultate. Bei dem im Blattwerk aus „Isosystox“ gebildeten Produkt $D_1 + D_2$ handelt es sich also um eine ziemlich wirksame insektizide Mischung, die etwas schwächer ist als „Hanane“.

D_1 und D_2 sind für den Warmblüterorganismus stark toxisch und kräftige Inhibitoren der menschlichen Pseudocholinesterase. An der Maus beträgt die D. $l._{50}$ von D_1 6–7 mg/kg, jene von D_2 10 mg/kg.

In der Praxis spielt es keine große Rolle, ob das „Systox“ als solches auf die Insekten wirkt oder ob dessen Abbauprodukte für die insektizide Wirkung verantwortlich sind. Hingegen ist es wichtig zu wissen, wie lange es bei den verschiedenen Wirtspflanzen und unter verschiedenen klimatischen Bedingungen dauert, bis „Systox“ in sein Isomeres bzw. in dessen Abbauprodukte umgewandelt ist. — Bei derartigen Untersuchungen leisten radioaktive Isotope und papierchromatographische Methoden ausgezeichnete Dienste, wobei sich nach Metcalf (141) P^{32} wegen seiner starken β-Strahlung und seiner kurzen Halbwertszeit besonders gut eignet.

2. Wirkungsspektrum

Die insektizide Wirkungsbreite des „Systox“ wurde hauptsächlich in seinem Ursprungsland, in Deutschland, eingehend untersucht.

Außer Unterstenhöfer haben sich dabei vor allem Jancke (109), Zattler (213), Götz (78), Rönnebeck (165, 166) Heinze (96), Hofferbert und Orth (100), Schmidt (170), Bosse (24), Dosse (50), Mühlmann (144) u. a. um die Erforschung der Anwendungsmöglichkeiten und des Wirkungsspektrums von „Systox“ bemüht.

Jancke (109) führte mit „Pestox 3“ und No. 8169 Vergleichsversuche durch. Beim Angießen von Buschbohnen, die mit *Doralis fabae* befallen waren, wurde mit 200 und 300 cm³ einer 0,1 bzw. 0,2%igen Lösung von 8169 nach 5 Tagen eine 100%ige Mortalität erzielt. Bei Ackerbohnen betrug die Dauerwirkung des „Systox“ gegen *D. fabae* ungefähr 23 Tage.

Gegen San José-Schildläuse auf Apfelbäumen wirkte „Systox“ in 0,2%iger Konzentration durchschlagend, während „Pestox 3“ selbst in 0,5%iger Konzentration nicht befriedigte. Neuinfektionen gelangen bei den mit „Systox“ behandelten Bäumchen erst nach 4 Monaten.

Gegen die Apfelblattlaus (*Doralis pomi*) und die Blutlaus (*Eriosoma lanigerum*) war „Systox“ bereits in Konzentrationen von 0,05% und 0,1% wirksam, wobei die Dauerwirkung in beiden Fällen über 3 Monate betrug. Bei einer Konzentration von 0,2% „Systox“ mißlang die Infektion mit Blattgallenläusen (*Phylloxera vitifoliae*) auf getopften Amerikaner-Reben. In einem Versuch mit stark von der Ulmenblattlaus (*Eriosoma lanuginosum*) besetzten Ulmenzweigen konnte Jancke nachweisen, daß das auf Blätter gespritzte Innertherapeutikum nach Aufnahme durch diese nach oben, nicht aber nach der

Seite transportiert wurde. Nach der Spritzung von Reben, die von der Reblaus befallen waren, ließ sich nach 4–6 Wochen keine Abnahme des Wurzelbefalls feststellen.

Zattler (213), der sich hauptsächlich mit der Bekämpfung von Hopfenschädlingen befaßt, unternahm mit „Systox", OMPA, „E 605 forte" und Schwefelkalkbrühe Vergleichsversuche gegen die Rote Spinnmilbe des Hopfens (*Epitetranychus althaeae*) und die Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*). In den Freilandversuchen zeigte es sich, daß bei Anwendung von „Systox" als Spritzmittel eine 0,01%ige Konzentration zur Bekämpfung der Roten Spinnmilbe völlig ausreichend ist. Die Dauerwirkung von „Systox" betrug je nach Entwicklungszustand (Alter) der Pflanzen 2–5 Wochen, jene von OMPA 1 bis 4 Wochen. Gegen die Hopfenblattlaus wirkte „Systox" als Spritzmittel noch in 0,005%iger Konzentration durchschlagend, d. h. in einer Konzentration, die gegen die Spinnmilben nicht mehr ausreicht. Sowohl „Systox" als auch OMPA zeigten eine Dauerwirkung von mindestens 4 Wochen. Entscheidend bei den Innertherapeutika ist jedoch gerade die Dauerwirkung. In den Versuchen zur Bekämpfung der Roten Spinnmilbe hoben sich „Systox" und OMPA durch ihre lange Dauerwirkung deutlich von den Vergleichsmitteln ab.

Bosse (24) prüfte die Wirkung des „Systox" auf verschiedene Schädlinge des Gartenbaues, wobei das Präparat durchwegs als Gießmittel angewandt wurde. Mit Konzentrationen von 0,025%, 0,05 und 0,1% wurden gegen *Myzus cerasi*, *Tetranychus pilosus*, *Thripse*, *Hyalopterus arundinis* und einige andere Blattlausarten auf Obstbäumen sehr gute Resultate erzielt. Einzig gegen *Pseudococcus citri* und gegen *Aphelenchus olesistus* wirkte das Mittel trotz Erhöhung der Konzentration auf 0,3% nicht durchschlagend. Abgesehen von seiner hohen Initialtoxizität zeichnete sich „Systox" in den Versuchen von Bosse auch durch eine gute Dauerwirkung aus, die mit Sicherheit mindestens 10 Tage betrug. Auf Grund der bei Obstbäumen erhaltenen Ergebnisse nimmt Bosse an, daß das Mittel bis zu 4 Wochen in der Pflanze wirksam bleibt.

Götz (78) untersuchte die Möglichkeit einer Sommerbekämpfung der Gallicolen von *Ph. vitifoliae* mit „Systox", „Pestox 3" und Lindan-Präparaten. Mit den innertherapeutischen Mitteln wurden bei normaler Anwendungskonzentration unbefriedigende Ergebnisse erhalten. In 0,1%iger Konzentration tötete „Systox" im Zeitraum von 6 Tagen nur 42% „Pestox 3" nur 12% der Altläuse ab. Bei Erhöhung der Konzentration auf 0,5% erzielte „Systox" einen sehr guten Erfolg, während „Pestox 3" nicht genügte. Am besten schnitt eine Lindan-Emulsion (0,3%ig angewandt) ab. Die Lindan-Präparate haben in diesem Fall gegenüber den innertherapeutischen Insektiziden außerdem den Vorteil der größeren Wirtschaftlichkeit.

Dosse (50) führte mit „E 605 forte" und „Systox" in Gewächshäusern Vergleichsversuche zur Bekämpfung der Nelkenspinnmilbe (*Tetranychus urticae* forma *dianthica*) durch. „E 605 forte" versagte auch bei 0,1%, also in der doppelten normalen Anwendungskonzentration vollständig, da die Nelkenspinnmilbe im Laufe der Zeit gegen dieses Mittel resistent geworden war. Mit „Systox" konnten die Milben nach 4–5maliger Behandlung 100%ig vernichtet werden. Die Eier und die Ruhestadien wurden aber auch durch „Systox" nicht erfaßt, sondern nur die beweglichen Stadien. Die Anwendungskonzentration von 0,05% reichte aber nur bei 5maliger Behandlung aus; erst bei Erhöhung der Konzentration auf 0,08 oder auf 0,1% genügten 4 Spritzungen, die mit Rücksicht auf das Entwicklungstempo der Nelkenspinnmilbe in einem Abstand von 5 Tagen erfolgen müssen. Wegen des Wiederaufbaus der Spinnmilbenpopula-

tion müssen die Spritzungen je nach Temperatur nach 4–6 Wochen wiederholt werden. In einem Gießversuch an getopften Nelkenpflanzen wurden bei den höheren Konzentrationen die gleichen Erfolge erzielt, wobei allerdings der Abtötungsprozeß langsamer vor sich ging als beim Spritzverfahren.

Mühlmann (144) berichtet über Bekämpfungsversuche mit „Systox", „E 605 forte", Nikotin und einem Vergleichspräparat gegen Spinnmilben im Weinbau, bei denen es sich um die Arten *Paratetranychus pilosus* und *Epitetranychus althaeae* handelte. Auch in diesem Fall erwies sich eine Spritzung mit 0,05% „Systox" zwei Behandlungen mit 0,03% „E 605" als überlegen, wobei diese im Frühjahr erzielten Ergebnisse sich weitgehend in der Zahl der abgelegten Wintereier widerspiegelten, indem bei der Bonitierung Ende November in den mit „Systox" behandelten Parzellen nur halb so viel Eier gezählt wurden als in den mit „E 605" behandelten.

Unterstenhöfer (199a) führte mit „Systox" in 0,05%iger Anwendungskonzentration zweijährige Freilandversuche zur Bekämpfung von *Paratetranychus pilosus* durch, in denen die Frage abgeklärt wurde, ob diese Spinnmilbe, die in den deutschen Plantagenbetrieben ökonomisch die größte Rolle spielt, mit einer einzigen Spritzung auf eine wirtschaftlich belanglose Befallsdichte reduziert werden kann und zu welchem Zeitpunkt diese Spritzung am zweckmäßigsten vorgenommen werden soll. In den Versuchen des Jahres 1952 wurde die Vorblütenspritzung am 18. April, d. h. 2 Tage vor Blütebeginn, vorgenommen. Der Wirkungsgrad betrug bei der 7 Tage später durchgeführten ersten Kontrolle 92% und erreichte bei der zweiten Auszählung am 6. Mai 99% (bezogen auf die Gesamtpopulation, d. h. Eier und postembryonale Stadien). Auch bei der vierten Kontrolle am 5. Juni, also fast 7 Wochen nach der Behandlung, wurde ein Wirkungsgrad von 99% festgestellt. Die Versuche zeigen, daß unter den gegebenen Bedingungen die Kurzvorblütenspritzung am zweckmäßigsten ist, da durch sie die behandelten Bäume vor dem besonders wichtigen Schaden während der Blüte bewahrt bleiben und auch der Spinnmilbenbefall in der Vegetationszeit auf ein bedeutungsloses Maß reduziert werden kann. Mit der am 13. Mai durchgeführten Nachblütenspritzung wurde praktisch der gleiche Wirkungsgrad erreicht, doch lag in der Gesamtbewertung der Effekt der Nachblütenspritzung hinter dem der Vorblütenspritzung, da die während der Blüte aufgetretenen Schäden nicht mehr ausgeglichen werden konnten. Das Ergebnis dieser Versuche spiegelt sich auch in den Ertragsfeststellungen wider, da die Vorblütenspritzung bezüglich des Gesamtertrages (Fallobst + Pflückobst) am besten abschnitt. Die Ertragsbestimmungen zeigten sehr augenfällig die ökonomische Bedeutung dieser Spinnmilbe im allgemeinen und die Schädlichkeit der ersten Generation im besonderen.

In einer früheren Arbeit hat Unterstenhöfer (196) über Freilandversuche mit „Systox" gegen die Schwarze Bohnenlaus (*Doralis fabae*) an Ackerbohne (*Vicia faba*) berichtet, in denen ebenfalls der Einfluß des Präparates auf die Befallssenkung und die Ertragssteigerung abgeklärt wurde. Unter Berücksichtigung der Rentabilität erwies sich eine dreimalige Spritzung mit einer 0,05%igen Konzentration (Aufwandmenge 600 l/ha) als die günstigste Maßnahme. Mit diesem Verfahren wurden bessere Ergebnisse erzielt als mit einer zweimaligen Anwendung einer 0,1%igen Konzentration. Eine einmalige Saatgutbehandlung, bei der die Bohnen mit einem Trockenbeizmittel auf Basis von „Systox" in einer Aufwandmenge von 2 : 1000 gebeizt wurden, ergab ebenfalls ein signifikantes Resultat, erreichte aber keineswegs die Werte der Spritzungen. Auch Way, Smith und Potter (202) konnten bei der Bekämpfung von *Aphis*

fabae auf Bohnen mit einem 0,05%igen „Systox“-Spritzmittel signifikante Ertragssteigerungen erzielen.

Die in Deutschland mit „Systox“ erhaltenen Ergebnisse wurden *grosso modo* von amerikanischen Autoren bestätigt, wobei die meisten amerikanischen Arbeiten den Vorzug aufweisen, daß in ihnen „Systox“ mit OMPA verglichen wird.

So erwies sich „Systox“ dem OMPA in Vergleichsversuchen gegen *Tetranychus bimaculatus* an Lima-Bohnen eindeutig als überlegen und schnitt von allen geprüften Akariziden (Parathion, EPN, Aramite, K 6451) am besten ab [Huckett, (104)].

Davich und Apple (36) verglichen in Versuchen zur Bekämpfung der Erbsenblattlaus (*Macrosiphum pisi*) „Systox“ mit einem Trialkylselenophosphat (Geary Corp. E-20/58) und OMPA. Auch in diesem Versuch ließ „Systox“ wie auch das Trialkylselenophosphat bei Anwendung als Spritzmittel in einer Konzentration von 0,28 kg/ha die bessere aphizide Wirkung als OMPA erkennen.

Gegen die schwarze Kirschblattlaus (*Myzus cerasi*) erzielten diese drei innertherapeutischen Mittel eine 100%ige Bekämpfung, wenn sie in einer Konzentration von 0,45 l OMPA (45,7%), bzw. 0,14 l „E-1059“ und 0,14 l „E-20/58/100 l Wasser angewandt wurden [Anthon, (8)].

Gegen die Kleine Pflaumenblattlaus (*Aphis helichrysi*) an Kornblumen (*Centaurea cyanus*) wurde sowohl mit OMPA (240 g Wirksubstanz per 100 l) als auch mit „Systox“ (45 g WS per 100 l) mit zwei Behandlungen eine ausgezeichnete Bekämpfung erreicht. Bei schwer befallenen und im Wachstum befindlichen Pflanzen war „Systox“ wirksamer als OMPA, was dem Umstand zugeschrieben wird, daß das OMPA von den Kornblumen schlecht absorbiert wird und im Gegensatz zu „Systox“ keine Gaswirkung besitzt [Jefferson (111)].

Wene und White (207) testeten in orientierenden Versuchen verschiedene neuere Insektizide gegen die Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*) und erhielten mit 45 g „Systox“/100 l Wasser weitaus die besten Resultate. Das „Systox“ war sowohl bezüglich der Initialwirkung als auch hinsichtlich der Dauerwirkung dem OMPA (60 g Wirksubstanz/100 l) beträchtlich überlegen.

Dowdy und Sleesman (52) verglichen Schradan und „Systox“ in ihrer Wirkung gegen verschiedene Gemüseschädlinge. In einem Versuch gegen die Blattlaus *Rhopalosiphum pseudobrassicae* an Steckrüben, die sich in starkem Wachstum befanden, erzielte „Systox“ in schwächeren Konzentrationen (0,06 l Wirksubstanz in 100 l) eine bessere Initialwirkung als Schradan, während Schradan in allen getesteten Konzentrationen eine längere Dauerwirkung als „Systox“ aufwies.

Gegen die Spinnmilbe *Tetranychus bimaculatus* und die Blattlausarten *Myzus persicae* und *Illinioa solanifolii* an Eierpflanzen, die sich als ausgezeichnete Wirtspflanzen für diese Arten eignen, ergab „Systox“ die bessere Dauerwirkung als Schradan, wenn die beiden Mittel in gleichen Konzentrationen miteinander verglichen wurden.

Sehr interessante Vergleichsversuche mit Schradan und „Systox“ publizierten Reynolds, Anderson und Swift (156). Gegen die Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*) an Kohlpflanzen wurden mit beiden innertherapeutischen Mitteln sehr gute Resultate erzielt. Die aus Saatgut gezogenen Pflanzen, das mit einer 1%igen Schradan- bzw. 0,5%igen „Systox“-Lösung gebeizt worden war, blieben in den Saatschalen während einiger Zeit blattlausfrei, waren jedoch beim Auspflanzen wieder gleichmäßig befallen. Wurden jedoch die

jungen Pflänzchen in den Saatschalen vor dem Pikieren mit Lösungen der Innertherapeutika angegossen, so wurde während 2 Monaten eine ausgezeichnete Bekämpfung erzielt. Ganz hervorragend bewährte sich das Angießen der frisch ausgepflanzten Setzlinge, da mit diesem Verfahren ein ausgezeichneter Schutz der Pflanzen bis zur Ernte erreicht wurde. Eine einzige Spritzung der Setzlinge mit Schradan (1,56–3.36 kg Wirksubstanz/ha) bzw. „Systox" (0,56–2.24 kg Wirksubstanz/ha) bewirkte während 50 Tagen eine hervorragende Bekämpfung; 76 Tage nach der Behandlung ließ jedoch die Wirkung nach und erzielte in den mit Schradan gespritzten Parzellen nur noch eine 32 bis 79%ige Reduktion, in den „Systox"-Parzellen eine 51–85%ige Verminderung gegenüber den Kontrollpflanzen. Im allgemeinen erwies sich also „Systox" bei der Bekämpfung der Kohlblattlaus dem Schradan als überlegen.

Gegen die Erbsenblattlaus (*Macrosiphum pisi*) und die Erdbeerspinnmilbe (*Tetranychus atlanticus*) auf Luzerne ergaben beide Mittel ausgezeichnete Resultate und erzielten eine Dauerwirkung von mehr als 3 Wochen. Bei ausgewachsenen Pflanzen war die Wirkung auf Blattläuse besser als bei rasch wüchsigen. Gegen die Spinnmilben war das „Systox" bei Anwendung von 0,56 und 1,12 kg Wirksubstanz/ha dem Schradan (2,24 kg Wirksubstanz/ha) überlegen.

Bei der Bekämpfung der nur schwer erfaßbaren Tulpenlaus (*Anuraphis tulipae*) auf Karotten wurde mit Schradan und „Systox" nur ein mittelmäßiges Ergebnis erzielt, was wahrscheinlich darauf beruht, daß bei solchen Pflanzen wie z. B. Karotten eine ansehnliche Menge der Innertherapeutika in die großen Wurzeln transportiert wird.

Bei der Bekämpfung der grünen Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) auf Zuckerrüben zeigte „Systox" in einem Konzentrationsbereich von 0,61 bis 1,57 kg WS/ha eine hervorragende Wirkung, während Schradan (1,23–3,92 kg Wirksubstanz/ha) in diesem Fall nicht befriedigte.

Die unterschiedliche Wirkung dieser beiden Mittel ist zum Teil wahrscheinlich auf die gute Initialwirkung des „Systox" zurückzuführen, die diejenige des Schradans beträchtlich übertrifft, und nicht auf eine unterschiedliche systemische Wirkung dieser beiden Insektizide. Dies scheint ein weiterer Hinweis dafür zu sein, daß auch bei Zuckerrüben ein beträchtlicher Teil der systemischen Insektizide in die großen Pfahlwurzeln transportiert und dort gespeichert wird.

Gegen den Zwiebelblasenfuß (*Thrips tabaci*) auf Zwiebelsamenträgern waren weder Schradan noch „Systox" wirksam, obwohl dieses letztere Produkt eine gewisse Initialwirkung aufwies. Verglichen mit den Standardmitteln (DDT-Insektizide und Toxaphen) scheinen systemische Insektizide gegen diesen Schädling nur eine unzureichende Bekämpfung zu erzielen. Desgleichen bewirkten „Systox" und Schradan keine oder höchstens eine ganz geringe Reduktion der Zyklamenmilben-Population (*Tarsonemus pallidus*) auf Erdbeerpflanzen.

In einem Versuch zur Bekämpfung der Weißen Fliege *Trialeurodes abutilonea* auf Baumwolle, der nur mit Schradan durchgeführt wurde, erzielte das Mittel keinerlei Reduktion der Nymphenpopulation.

Der Befund von Reynolds *et al.*, daß Schradan und „Systox" gegen Thripse keine innertherapeutische Wirkung besitzen, wurde von Gaines, Pfrimmer, Merkl und Fuller (69) bestätigt. In Versuchen zur Bekämpfung verschiedener Blasenfußarten (*Frankliniella tritici*, *F. fusca*, *F. exigua*) auf Baumwollpflanzen zeigten OMPA und „Systox" in hohen Konzentrationen (0,84 kg/ha) zwar eine gute Initialwirkung, ließen aber jegliche Dauerwirkung vermissen.

Des weiteren erwies sich „Systox" gegen die im mittleren Westen der USA auf Pflaumen und Kirschen vorherrschende Schildlausart *Aspidiotus forbesi* als unwirksam [Hamilton und Summerland (91)].

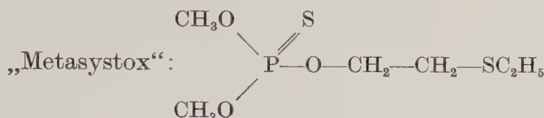
Die guten Ergebnisse gegen Spinnmilben, die von Zattler, Dosse, Mühlmann und Unterstenhöfer mit „Systox" in Deutschland erhalten worden waren, wurden im allgemeinen von amerikanischen Autoren bestätigt [Dean und Newcomer (47) Hofmaster und Greenwood (102); Young und Gaines (212); Lienk und Chapman (126a); Wolfenbarger (211a)].

Newcomer und Dean (148) publizierten in neuerer Zeit eine Arbeit über Vergleichsversuche mit verschiedenen Akariziden zur Bekämpfung parathionresistenter Spinnmilben. Mit einem 42%igen „Systox"-Präparat (42,5 g/100 l) wurde hierbei eine sehr gute Wirkung gegen *Metatetranychus ulmi*, *Tetranychus pacificus* und *Tetranychus mcdanieli*, die nach wiederholter Anwendung von Parathion resistent gegenüber diesem Insektizid geworden waren, erzielt.

Auf weitere amerikanische Arbeiten über „Systox" kann im Rahmen dieses Sammelreferates nicht eingegangen werden.

3. „Metasystox"

Seit neuestem findet nun auch das von Schrader in seiner Monographie bereits beschriebene Methylanaloge des „Systox" Verwendung in der Praxis. Dieser in Deutschland zunächst unter der Nummer 4404 und in den USA unter der Nummer 21/116 bekanntgewordene Methylester von folgender Struktur:



soll nach den ersten Angaben gegenüber dem „Systox" vor allem Vorteile in toxikologischer Hinsicht bieten. Nach Schrader beträgt die Toxizität an der Maus subkutan 100 mg/kg. Über die Wirkung des „Metasystox" finden sich in der Literatur erst spärliche Angaben. Sherrer und Arant (175) berichten über Gewächshausversuche mit Schradan, „Systox" und Compound 21/116 zur Bekämpfung von *Paratetranychus ilicis* auf Kamelien und Azaleen. Zur Prüfung der systemischen Wirkung wurden die Akarizide in Form einer Emulsion der Topferde der Pflanzen zugesetzt. Die Verbindung 21/116 war in allen Konzentrationen dem „Systox" bezüglich der Initial- und der Dauerwirkung überlegen. Dosse (51) erzielte mit „Systox" und „Metasystox" gute Resultate gegen *Metatetranychus ulmi*, während beide Mittel gegen *Brevipalpus oudemansi* versagten.

Reich (155) führte 1953 mit „E 605", „Systox" und „Metasystox" Vergleichsversuche gegen die Pflaumensägewespe (*Hoplocampa sp.*) und gegen *Paratetranychus pilosus* an Weißem Klarapfel sowie gegen *Doralis pomi* an Apfelsämlingen durch. Dabei wirkte „Systox", 0,05%ig angewandt, durchschlagend, während „Metasystox" in gleicher Konzentration etwas schlechter abschnitt, bei Erhöhung der Konzentration auf 0,1% dem „Systox" jedoch gleichwertig war.

Jancke (110) führte mit „Systox" und „Metasystox" in Konzentrationen von 0,5, 1, 10 und 50% an zweijährigen Apfelbäumchen, die stark von *Doralis pomi* befallen waren, Stammbehandlungen nach der von Bond (21) beschriebenen „Manschettenmethode" durch. Am fünften Tage nach Versuchsbeginn

waren die mit 50 bzw. 10%igen „Systox"- und „Metasystox"-Lösungen behandelten Bäumchen von der grünen Apfelblattlaus befreit. Künstliche Neuinfektionen blieben bei beiden Präparaten während 13 Wochen erfolglos. In einem weiteren Versuch wurden 13jährige Apfelspindelbüsche schon 1 Woche nach Versuchsbeginn bei Anwendung von „Systox" (5 und 10%) und „Metasystox" (10%) weitgehend von einem schweren Blutlausbefall befreit.

4. Bekämpfung der Virusvektoren im Ackerbau mit OMPA und „Systox".

Auf Grund der günstigen Erfahrungen, die mit OMPA und „Systox" bei der Blattlausbekämpfung im Obst- und Gemüsebau gemacht worden waren, wurden große Hoffnungen in die Bekämpfung der Virusvektoren im Ackerbau gesetzt, da man glaubte, in diesen Präparaten endlich über Mittel zu verfügen, die eine Lösung des Virusproblems ermöglichen würden.

Die ersten von Ripper *et al.* (161) mit OMPA in dieser Richtung angestellten Versuche fielen erfolgversprechend aus, da wiederholte Behandlungen von Zuckerrüben die Populationen von *Myzus persicae* und *Aphis fabae* ganz beträchtlich verminderten und die Virusinfektion in den behandelten Parzellen um mehr als die Hälfte herabsetzten. Über ähnlich günstige Ergebnisse berichten Bawden (13) und Ernould (58).

Demgegenüber stellten Jenkinson und Jones (112) fest, daß bei Brokkolisetzlingen die Virusübertragung nicht verhindert wurde, trotzdem mit OMPA (0,3%ig angewandt) eine glänzende Blattlausbekämpfung (*Brevicoryne brassicae*) erzielt wurde. Zum gleichen Ergebnis gelangten Münster und Murbach (146) in einer instruktiven Arbeit über die Erzielung einer qualitativ hochwertigen Kartoffelernte durch Bekämpfung der virusübertragenden Blattläuse mit systemischen Insektiziden. Die Verfasser führten mit dem Präparat „Pestox 3 H" in 0,2%iger Anwendungskonzentration und mit einer Aufwandmenge von 1000–1500 l/ha auf einem gesunden Pflanzenbestand der Sorte Bintje Behandlungen nach verschiedenen Spritzfolgen durch. Trotzdem damit bei den Blattläusen im Moment ihrer stärksten Entwicklung, d. h. Mitte Juli, eine Reduktion von über 90% erzielt wurde, vermochte dieses innertherapeutische Insektizid weder den Befall der Parzellen durch Geflügelte noch die Entwicklung von Kolonien ungeflügelter Blattläuse während der für die Virusverbreitung kritischen Periode (erste Hälfte Juni) zu verhindern. Die mittels des Knollentests durchgeführte Ermittlung des Prozentsatzes virusinfizierter Pflanzen ergab bei den unbehandelten Parzellen mit und ohne „Krautausreißen" einen Befall von 9% mit schweren Virosen, bei den bespritzten Parzellen einen solchen von 14–15%, wo das Kraut nicht ausgerissen worden war, während hier durch das „Krautausreißen" der Befall auf 7–4% gesenkt werden konnte. Nicht unwesentlich für die Erklärung dieses negativen Resultats ist die von Münster und Murbach gemachte Beobachtung, daß die Blattläuse auf den behandelten Parzellen eine größere Mobilität zeigen, wodurch es bestimmt zu einer viel größeren Zahl von Einstichen gekommen ist. In dieser erhöhten Mobilität sehen auch Salzmann, Schmidhauser und Meier (167) teilweise die Erklärung dafür, daß sich in ihren Versuchen zur Bekämpfung der Virusvektoren im Kartoffelbau die chemische Behandlung nur wenig positiv oder sogar im negativen Sinne auf den Virusbefall des Nachbaues auswirkte. So betrug in einem in Reckenholz durchgeführten Versuch der Virusbefall des Nachbaus bei unbehandelt 31,5% (normale Ernte), in den alle 14 Tage mit 0,1%

„Pestox 3" bespritzten Parzellen dagegen 39,5%, in den mit 0,1% „Etilon-Geigy" (Parathion-Präparat) behandelten 32,0%. Trotzdem in den mit „Pestox 3" und noch in verstärktem Maße in den mit „Etilon" behandelten Parzellen die Blattläuse fast gänzlich eliminiert werden konnten, spiegelte sich dieses Resultat im Verseuchungsgrad des Nachbaus keineswegs wider. Die Verfasser kommen daher zum Schluß, daß es durch die mehr oder weniger vollständige Eliminierung der ungeflügelten Blattläuse, die den größten Teil der Blattlauspopulation ausmachen, nicht gelingt, die Ausbreitung der Virosen zu unterbinden. Als Vektoren kommen daher hauptsächlich die geflügelten Blattläuse in Frage, die immer wieder zufliegen. In dieser Hinsicht bot die Versuchsanlage (kleine Parzellen) den Überträgern die besten Voraussetzungen. Auf diese Tatsache weist mit Recht auch Rönnebeck (166) bei der kritischen Analyse der Versuche von Salzmann, Schmidhauser und Meier hin.

In Deutschland wurden mit „Systox" großangelegte Versuche zur Bekämpfung virusübertragender Blattläuse unternommen [Hofferbert und Orth (100); Schmidt (170); Heinze (96); Rönnebeck (165, 166); Steudel (183)].

Hofferbert und Orth untersuchten in orientierenden Gewächshaus- und Freilandversuchen den innertherapeutischen Effekt des „Systox" auf *Myzus persicae* an Kartoffelpflanzen und stellten dabei fest, daß das Präparat sowohl von den Wurzeln als auch von den Blättern resorbiert, in den Gefäßbahnen geleitet und durch die Blätter wieder ausgeschieden wird, wobei sich die Substanz, bzw. deren giftige Abbauprodukte, im Guttationstropfen nachweisen läßt. Die Versuche mit „Systox" ergaben weiterhin, daß Pfirsichblattläuse, die 12 Stunden ohne Nahrung geblieben waren, etwa 10 Minuten zögerten, ehe sie zum Stich in das behandelte Blatt ansetzten, wenn ihnen nur behandelte Blätter von gegossenen Pflanzen dargeboten wurden. Ein ganz anderes Verhalten zeigten jedoch Blattläuse, die nicht gehungert, sondern bis zum Versuchsbeginn auf *Capsicum* gesogen hatten. Von 16 ausgesetzten Blattläusen waren 15 zum unbehandelten Blatt abgewandert, während eine Blattlaus noch nach 2 Stunden mit sichtbar aufgeregten Bewegungen auf dem begossenen Blatt umherwanderte, ohne bis zu diesem Zeitpunkt in das Blatt gestochen zu haben. Diese Beobachtungen scheinen dafür zu sprechen, daß das von den Pflanzen resorbierte „Systox" eine gewisse abschreckende Wirkung auf die Blattläuse zu besitzen scheint. In einem kleinen Freilandversuch hielt die insektizide Wirkung des „Systox" etwa 4 Wochen an.

Schmidt (170) unternahm in den Jahren 1950 und 1951 mit „Systox" in 0,1%iger Anwendungskonzentration bei einer als Hochzucht bezogenen gesunden mittelfrühen Kartoffelsorte Bekämpfungsversuche gegen *Myzus persicae*. Im Jahre 1950 wurde noch „E 605" als Vergleichsprodukt in die Versuche einbezogen. Trotzdem mit „E 605" insgesamt 8 Behandlungen (4 Bestäubungen und 4 Spritzungen) gegenüber 3 Spritzungen mit „Systox" durchgeführt wurden, war der Gesamtbefall in der mit „Systox" gespritzten Parzelle deutlich geringer als in der mit „E 605" behandelten. Gegenüber „unbehandelt" war die Wirkung beider Präparate eindeutig signifikant. In den Versuchen des Jahres 1951 wurde nur „Systox" in 0,1%iger Konzentration angewendet. Bei den Auszählungen wurde festgestellt, daß die Zahl der geflügelten Blattläuse auf der gespritzten Fläche ständig höher war als in der unbehandelten. Durch die Bekämpfung wurde aber die Besiedlung mit ungeflügelten Blattläusen praktisch verhindert.

Wenn auch feststeht, daß die Blattläuse erst nach dem Saugakt abgetötet werden, nachdem sie also die Infektion bereits vollzogen haben, so ist andererseits nicht zu bestreiten, daß das Ausmaß und die Schwere der Viruserkrankung weitgehend von der Besiedlungsdichte durch ungeflügelte Blattläuse abhängt. Um die Auswirkung der Bekämpfung auf die Gesundheit des Nachbaues zu untersuchen, wurde 1951 Pflanzgut aus den mit „Systox" behandelten und den unbehandelten Parzellen des Jahres 1950 nachgebaut und mit Hochzucht der gleichen Sorte verglichen. Hierbei wurde festgestellt, daß der Nachbau der mit „Systox" behandelten Parzelle einen kräftigen, relativ wenig erkrankten Bestand aufwies, der sich von dem Hochzuchtbestand nur wenig unterschied, während demgegenüber der Nachbau der unbehandelten Parzelle einen schwer abbaukranken Bestand zeigte.

Trotz diesem günstigen Ergebnis weist Schmidt darauf hin, daß die Gewinnung von brauchbarem Vermehrungspflanzgut in stark abbaugefährdeten Lagen auch bei Verwendung von „Systox" nicht möglich ist, wie der Prozentsatz der viruskranken Pflanzen (12% Blattroll, 6% Strichel) beim Nachbau der „Systox"-Parzelle zeigte. Für Vermehrungsgebiete sind die Aussichten jedoch günstiger.

Rönnebeck (165), der sich in zwei bei Blunck ausgeführten, sich über mehrere Jahre erstreckenden Arbeiten eingehend mit den biologischen Grundlagen der Bekämpfung von *Myzus persicae* als Virusüberträger im Kartoffelfeld befaßt, führt in der ersten aus, daß man sich bei der Virusüberträgerbekämpfung nicht damit begnügen dürfe, die „Masse der Blattläuse" zu vernichten, sondern das Ziel der Bekämpfung müsse darin bestehen, in bestimmten Perioden der Übertragungsgefahr die Überträger ganz auszuschalten. Wenn sich bei der Pflanzgutvermehrung Selektion (Entfernung sekundärkranker Stauden) und Befall mit Virusüberträgern überschneiden, sind Virusübertragungen nicht ausgeschlossen. In deutschen Vermehrungsgebieten beträgt die Dauer der Überschneidungszeit von Selektion und Überträgerbefall etwa 2 Wochen. Da nach Rönnebeck „Systox" bei einer Dosierung von 0,5 l/ha eine Dauerwirkung von 8–10 Tagen aufweist, so ist es möglich, durch eine Spritzung zu Beginn der Hauptflugzeit von *Myzus persicae* bzw. bald nach Auflaufen des Bestandes die Ansiedlung der Virusüberträger wesentlich hinauszuschieben. Bei zweimaliger Behandlung, wobei die zweite 8–10 Tage nach der ersten erfolgen müßte, dürfte es nach Rönnebeck gelingen, während der gesamten Hauptflugzeit zugeflogene Geflügelte in 1–2 Tagen abzutöten und die Besiedlung der Kartoffeln mit den Nachkommen der Migranten zu unterbinden. Die Ansteckung von Nachbarpflanzen durch Ungeflügelte wird durch eine solche Maßnahme für die Dauer von mindestens 3 Wochen völlig ausgeschaltet. Rönnebeck kommt in dieser Arbeit zur Ansicht, daß durch eine Bekämpfung, die an zwei Terminen durchgeführt wird, beginnend bei vollendetem Ährenschieben des Winterroggens bzw. nach Auflaufen aller Pflanzen eines Feldes, eine Verbesserung des heute üblichen Gesundheitswertes von Kartoffelpflanzgut erreicht werden könnte.

In der zweiten vorgenannten großen Arbeit berichtet Rönnebeck (166) über mehrjährige, der Praxis angepaßte Versuche, in denen eingehend die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Bekämpfung der Virusvektoren im Kartoffelfeld untersucht wurden. Die Versuche, denen als Arbeitshypothese der Leitsatz zugrunde lag, daß eine Bekämpfung um so größeren Erfolg verspricht, je beherrschender die Rolle der Ungeflügelten ist, ergaben eindeutig, daß es auch mit „Systox" nicht gelingt, Virusinfektionen, die durch

geflügelte Blattläuse erfolgen, in stärkerem Maße zu verhindern. Dagegen ist die Wirkung auf die Population der Ungeflügelten ausgezeichnet. So vermochte „Systox" in hoher Konzentration (0,25%ig angewandt; ungefähr 400 cm³ Wirksubstanz/1500 m²) in einem Versuch an der Sorte Erdgold die Infektionen durch Ungeflügelte wohl bis Ende Juni auf ein Minimum zu reduzieren (2,3% gegenüber 17,7% bei unbehandelt), war aber nicht in der Lage, infektiöse Geflügelte so rasch saugunfähig zu machen, daß die angeflogenen Pflanzen nicht mehr infiziert wurden. Aus diesem Grunde kann eine chemische Bekämpfung der Virusvektoren nur dort erfolgreich sein, wo die Übertragung durch Geflügelte nicht im Vordergrund steht. Dies pflegt in einem Kartoffelbestand bis zu dem Termin der Fall zu sein, an dem der Hauptflug der Sommergeflügelten von *Myzus persicae* einsetzt. Bis zu diesem Zeitpunkt ist die Virusausbreitung durch Ungeflügelte um so intensiver, je höher der Anteil kranker Pflanzen im Ausgangsbestand ist. Nach Rönnebeck hat bei der Erzeugung von Pflanzkartoffeln die chemische Bekämpfung der Virusüberträger dann am meisten Aussichten, wenn nur eine mäßige Ausgangsverseuchung mit etwa 3–10% Virosen vorhanden ist, wobei in diesem Fall durch die Vektorenbekämpfung die Ausbreitung von Blattrollvirus verhindert wird. Besonders in der Überschneidungszeit von Selektion und Blattlausbefall ist die Überträgerbekämpfung von Bedeutung, da in dieser Zeit durch eine Verhinderung des Blattlausbefalls die Infektionsgefahr gebannt werden kann. Die Versuche Rönnebecks ergaben, daß durch eine Kombination von chemischer Bekämpfung der Vektoren und Krautziehen selbst bei starker Infektion leistungsfähiges Pflanzgut gewonnen werden kann, sofern das Insektizid in genügend hoher Konzentration angewendet wird.

So erwies sich bei einem Vergleich der Aufwandmengen von 300, 600 und 1000 cm³ „Systox"/ha je Spritzung nur die höchste Dosis als ausreichend für die Verhinderung der Übertragungen durch Ungeflügelte. Von ausschlaggebender Bedeutung war in den Versuchen die erste Spritzung. Sie vermochte in zwei Versuchen 23% bzw. 38% der Endverseuchung gegenüber unbehandelt zu verhindern. In einem dritten Versuch, bei dem am Termin der ersten Behandlung mit Hilfe der 100-Blattmethode noch keine Überträger festgestellt wurden, verhinderte die erste Spritzung 26% der Blattrollinfektionen gegenüber unbehandelt. Dies zeigt eindeutig, daß die 100-Blattmethode den tatsächlichen Beginn des Befalls nicht zu erfassen vermag. Rönnebeck empfiehlt daher, sich bei der Festsetzung der Spritztermine an bestimmte Kardinaldaten zu halten. Die erste Spritzung sollte z. B. vor Beginn der Blüte des Winterroggens erfolgt sein. Die Behandlung muß dann 1–2mal im Abstand von 10 bis 15 Tagen wiederholt werden. Im Falle eines stärkeren Fluges von Sommergeflügelten muß 10–14 Tage nach dessen Beginn eine Vernichtung des Kartoffelkrautes erfolgen, sonst werden die Erfolge der Vektorenbekämpfung in Frage gestellt. Unter diesen Voraussetzungen lassen sich nach Rönnebeck greifbare Erfolge bei der chemischen Bekämpfung der virusübertragenden Blattläuse erzielen, die sich vor allem bei der Gewinnung von Pflanzkartoffeln für den eigenen Betrieb auch wirtschaftlich bezahlt machen.

Im Gegensatz zu Rönnebeck kommt Heinze (96) auf Grund seiner Versuche mit „Systox" zu einer wenig günstigen Beurteilung hinsichtlich der Auswirkung der Vektorenbekämpfung auf den Virusbefall der Kartoffeln. Im Freilandversuch wurde durch eine dreimalige Behandlung der Kartoffelpflanzen mit „Systox" wohl eine Besserung des Nachbauwertes von Kartoffeln im Vergleich zu unbehandelten Parzellen erzielt, doch reichte die Verminderung

der Infektionen nicht aus, die Spritzung wirtschaftlich zu rechtfertigen. In Übereinstimmung mit Rönnebeck machte auch Heinze in seinen Versuchen die Beobachtung, daß „Systox" die Saugtätigkeit der Blattläuse nicht zu verhindern vermag. Die Übertragung von Viren mit Celationszeit, wie z. B. Blattroll, ließ sich während der ersten Tage nach der Behandlung der Pflanze nur einschränken, wenn mit starker Überdosierung gespritzt wurde. Blattläuse, die sich für kurze Zeit (15 Minuten) auf den mit „Systox" behandelten Versuchspflanzen aufgehalten hatten, büßten ihre Übertragungsfähigkeit für das Blattrollvirus nicht ein, sondern waren bis zu ihrem Tode in der Lage, bei Verbringen auf gesunde Versuchspflanzen diese zu infizieren. Heinze ist daher der Ansicht, daß für die Verhinderung der Übertragung von Virosen nur ein Aphizid in Frage kommt, das neu zugeflogene Blattläuse nach Möglichkeit schon beim ersten Saugverssuch, ja, möglichst schon vor dem Einbohren der Stechborsten abtötet.

Zur gleichen Schlußfolgerung wie Heinze kommt auch Klostermeyer (120), der bei der Bekämpfung der Blattrollkrankheit der Kartoffel mit rasch wirkenden Kontaktinsektiziden die Virusausbreitung besser verhindern konnte als mit den systemischen Insektiziden „Systox" und Schradan, trotzdem diese die viel bessere Wirkung gegen *Myzus persicae* aufwiesen. Als vorteilhaft erwies sich die Kombination von DDT-Wirksubstanz und Parathion, die sich sowohl in Form eines kombinierten Spritzmittelpräparates (25% DDT-Wirksubstanz + 2,5% Parathion, Aufwandmenge 233 l/ha) als auch in Form eines Stäubemittels ausgezeichnet bewährte. Ein Stäubemittel auf Basis von 5% DDT-Wirksubstanz und 50% Schwefel, das in Mengen von 8 kg DDT-Wirksubstanz und 80 kg Schwefel/ha appliziert wurde, entsprach bezüglich der Blattlauswirkung ungefähr dem kombinierten DDT-Parathion-Präparat, vermochte aber unter allen geprüften Produkten die Ausbreitung des Blattrollvirus weitaus am besten zu verhindern. Bei den rasch wirkenden Kontaktinsektiziden verlief die Verseuchung des Nachbaus parallel der Blattlauswirkung, während dies bei den langsam wirkenden innertherapeutischen Insektiziden nicht der Fall war. Von diesen vermochte zwar ein 32,1%iges „Systox"-Spritzmittel bei einer Aufwandmenge von 233 l/ha die Blattlauspopulation weitaus am stärksten zu dezimieren, doch wirkte sich dies nicht im selben Ausmaß auf die Verhinderung der Virusausbreitung aus. Klostermeyer führt dies darauf zurück, daß im Falle einer Behandlung der Pflanze mit systemischen Insektiziden die Blattläuse erst ihrer Saugtätigkeit obliegen müssen, damit sie eine letale Dosis des Insektizids aufnehmen; beim Saugen können sie jedoch bereits das Virus übertragen. Als weiterer Nachteil kommt die Tatsache hinzu, daß die systemischen Insektizide nur schlecht oder gar nicht von älteren Blättern resorbiert werden, die aber gerade von der grünen Pfirsichblattlaus bevorzugt werden.

Vor kurzem veröffentlichte Walrave (201a) eine Arbeit über Vergleichsversuche mit „Pestox" und „Systox", in denen die Eignung dieser Präparate für die Bekämpfung der Kartoffelvirosen geprüft wurde. Bei der Untersuchung der Blattlauswirkung zeigte es sich, daß nach einer Spritzung mit 0,2% „Pestox III" mindestens 45 Stunden verstrichen, bis eine 85%ige Blattlausmortalität (*Aphis fabae* und *Myzus persicae*) resultierte (die Blattläuse wurden kurz nach dem Antrocknen des Spritzbelages auf die Blätter verbracht). Eine Erhöhung der Konzentration auf 0,6% Wirksubstanz beschleunigte die Abtötungswirkung nicht wesentlich. Mit 0,1% „Systox" wurde eine 85%ige Mortalität mit einer Ausnahme innerhalb 15 Stunden erreicht; eine Konzentra-

tionserhöhung auf 0,15 und 0,2% verbesserte die Wirkungsgeschwindigkeit nicht. Gesamthaft wirkte „Systox" also bedeutend rascher als „Pestox". Die Dauerwirkung der beiden Produkte erstreckte sich auf mindestens 3 Wochen, jedoch verlief die Abtötung mit zunehmendem zeitlichen Abstand nach der Behandlung immer langsamer, wobei jedoch „Systox" dem „Pestox" bezüglich Wirkungsgeschwindigkeit stark überlegen blieb. Bei der Beurteilung der Erfolgschancen von „Pestox" und „Systox" bezüglich der Bekämpfung von Kartoffelvirosen gibt Walrave der Meinung Ausdruck, daß zwischen dem Einfluß dieser Produkte auf die persistenten und nicht-persistenten Viren sowie zwischen der Wirkung auf die geflügelten und ungeflügelten Vektoren unterschieden werden muß. Wenn die Celationszeit im Vektor für ein Virus länger ist als die zur Abtötung der Blattlaus erforderliche Zeitspanne, so kann die Übertragung des Virus theoretisch verhindert werden, wenigstens was die auf dem behandelten Feld sich aufhaltenden Ungeflügelten und Geflügelten anbetrifft. Da die Celationszeit des Blattrollvirus 48 Stunden beträgt, kann die Übertragung dieses Virus durch Ungeflügelte und Geflügelte verhindert werden, sofern diese beim Eintreffen im Feldbestand nicht-infektiös sind. Infektiöse Geflügelte, welche den Feldbestand nach Abschluß der Celationszeit anfliegen, können zahllose Pflanzen infizieren, wobei für das Zustandekommen der Infektion eine Saugdauer von 2 Stunden erforderlich ist. Im Gegensatz zum persistenten Blattrollvirus kann aber das nicht-persistente Y-Virus sogar durch Ungeflügelte und Geflügelte, die nicht-infektiös auf dem Feldbestand eintreffen, übertragen werden. Walrave kommt zum Schluß, daß dort, wo eine Bekämpfung der Virusvektoren stattgefunden hat, die Verseuchung des Bestandes verglichen mit unbehandelten Parzellen weniger schlimm ist, wobei sich „Systox" dem „Pestox" als überlegen erweist. Da jedoch für den Anbau von Saatkartoffeln Virusfreiheit eine unbedingte Voraussetzung ist, so stellen weder „Pestox" noch „Systox" taugliche Mittel für die Verhinderung der Virusausbreitung im Kartoffelbau dar.

Außer im Kartoffelbau wurden auch im Zuckerrübenbau große Hoffnungen in die innertherapeutischen Mittel im Hinblick auf die Bekämpfung der Viruskrankheiten gesetzt. Nachdem in Deutschland mit „E 605" wegen seiner mangelhaften Dauerwirkung nur Teilerfolge bei der Bekämpfung der Vergilbungskrankheit durch Abtötung der virusübertragenden Blattläuse erhalten worden waren, wurden nach der Entwicklung des „Systox" umfangreiche Versuche mit diesem Präparat unternommen, über die Steudel (183, 184, 185) in einer grundlegenden Arbeit und in Vorträgen berichtet hat.

Die im Jahre 1951 an 5 Orten Westdeutschlands unter den Bedingungen der Praxis durchgeführten Großversuche führten nach Steudel zu folgenden Ergebnissen: 1. 400–800 cm³ „Systox" in einer Aufwandmenge von 600 bis 800 l Wasser/ha besitzen (unter den Bedingungen der Praxis) eine ausreichende Initialwirkung gegen die Blattläuse der *Beta*-Rüben. Der Dauererfolg der Behandlung wird um so größer, je mehr die biologischen Voraussetzungen erfüllt sind, die einen Massenzuflug an die Einzelpflanzen verringern, denn die „Systox"-Behandlung bleibt auf den Zuflug ohne Einfluß. Demnach vermag eine „Systox"-Behandlung mit um so größerem Erfolg unter gleichen Infektionsbedingungen die Koloniebildung der Virusüberträger einzudämmen, je früher gedrillt wird, je enger der Standraum der Einzelpflanze gewählt wird und je günstiger die allgemeinen Kulturbedingungen sind. 2. Die Entstehung nennenswerter Mengen virginogener Sommergeflügelter wird schon nach einer Behandlung im Frühsommer weitgehend verunmöglicht. Zur Verhinderung

nennenswerter Koloniebildung in normalen Beständen sind jedoch in Westdeutschland 2–3 Behandlungen in der Hauptbefallszeit erforderlich. 3. Spätgedrillte Rüben, in gleicher Weise wie frühgedrillte mit „Systox“ behandelt, ermöglichen den Blattläusen eine zahlreichere und bessere Koloniebildung. Diese Unterschiede erklären sich zum Teil durch die biologischen Eigenschaften der Überträger, zum Teil durch das Verhalten des Präparates in der Pflanze.

Weitere Versuche [Steudel (185)] zeigten, daß sich die Infektion durch zufliegende Blattläuse auch durch wiederholte Anwendung von „Systox“ nicht verhindern läßt, dagegen gewährleistet „Systox“ eine fast 100%ige Mortalität der an den Rüben lebenden Blattläuse und unterbindet somit weitgehend die Ausbreitung der Seuchen durch ungeflügelte Virusüberträger, sofern genügend oft behandelt wird, daß in der Zwischenzeit keine neue Besiedlung mehr erfolgen kann. Vor allem bei starkem Vergilbungsbefall traten nach der Anwendung von „Systox“ die Krankheitssymptome schwächer und später auf, was sich günstig auf den Ertrag auswirkte. Auch die chemische Beschaffenheit der Rüben wurde durch die Behandlung meist in günstigem Sinne beeinflußt. Trotzdem sich durch die Anwendung innertherapeutischer Insektizide vom Typus des „Systox“ die Verseuchung der Rübenpflanzen mit dem Vergilbungsvirus nicht grundsätzlich verhindern läßt, so stellen nach Steudel derartige Mittel doch einen großen Fortschritt dar, da es im Rübenbau im Gegensatz zum Anbau von Saatkartoffeln nicht auf völlige Virusfreiheit ankommt.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangten Wenzl und Krexner (208) in ihren Versuchen zur Bekämpfung der Vergilbungskrankheit. Durch 3 Behandlungen mit je 400 cm^3 „Systox“/ha konnte bei schwachem Vergilbungsauftreten mit maximal 7% kranken Pflanzen eine Verminderung des Anteils vergilbungskranker Pflanzen um ein bis zwei Drittel erzielt werden. Bei stärker befallenen Teilen der Versuchsparzelle war die relative Verminderung des Vergilbungsauftretens stärker ausgeprägt als in schwächer befallenen Teilen.

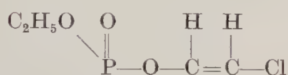
Wie Dame und Goossen (35a) in einer neueren, instruktiven Arbeit zeigen, erwies sich in der Praxis das von Steudel zusammen mit Heiling erarbeitete Verfahren zur Bekämpfung der Vergilbungskrankheit der Rüben durch Eliminierung der virusübertragenden Blattläuse mit „Systox“ sogar in einem Jahr mit schwächerem Krankheitsauftreten als brauchbar. Wie die Auswertung dieser großangelegten Bekämpfungsaktion, die vom Pflanzenschutzamt Münster in Zusammenarbeit mit den Zuckerfabriken in Soest und Lage durchgeführt wurde, zeigt, konnten trotz des allgemein schwächeren Auftretens von Blattläusen und Vergilbungskrankheit im Jahre 1953 durch ein- oder zweimalige Anwendung von „Systox“ (400 g/ha in einer Aufwandmenge von 400 l/ha) beträchtliche Mehrerträge gegenüber unbehandelt erzielt werden. Trotz des geringen Befalls erwies sich die Behandlung als wirtschaftlich, da sich der Gewinn auf rund das Sechsfache der Spritzkosten belief. Besonders hoch waren die Mehrerträge auf jenen Parzellen, wo ein früher und stärkerer Blattlausbefall eine zwei- bzw. dreimalige Spritzung erforderlich machte.

Bei einem starken und frühen Blattlausbefall erhielt auch Ernould (59) bei 2–3maliger Behandlung mit systemischen Insektiziden Ertragssteigerungen von 13 bis 37% Zucker/ha. Für die Praxis empfiehlt Ernould in starken Befallsgebieten eine 2–3malige Spritzung mit „Systox“ in einer Aufwandmenge von 0,5 kg/ha für jede Behandlung. Die Anwendung von Schradan wird als unwirtschaftlich abgelehnt.

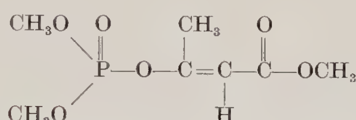
Svenson *et al.* (186) konnten bei Erbsenpflanzen durch eine Bekämpfung der Erbsenblattlaus (*Macrosiphum pisi*) mit Demeton und Parathion eine starke Verminderung der Virusausbreitung (hauptsächlich Enationenmosaik) erzielen, die sich bei schwerem Virusbefall in einer signifikanten und ökonomisch ins Gewicht fallenden Ertragssteigerung auswirkte. Mit 3 Parathionspritzungen (0,28 kg Wirksubstanz/ha) konnte der Virusbefall von 53% in den Kontrollparzellen auf 24% gesenkt werden, während mit 3 Demetonspritzungen (0,56 kg Wirksubstanz/ha) eine Befallssenkung von 53% bei unbehandelt auf 20% möglich war.

e) Compound 1836 und Compound 2046

In neuerer Zeit sind in den Laboratorien der Shell Chemical Corporation neue organische Phosphorverbindungen entwickelt und zur Prüfung an verschiedene amerikanische landwirtschaftliche Versuchsanstalten gegeben worden, von denen sich die als Compound 1836 und als Compound 2046 bezeichneten Substanzen durch eine gute systemische Wirksamkeit auszeichnen sollen [Ivy (108), 5, 7)].



Diäthyl-2-chlorvinylphosphat (Compound 1836)



Dimethyl-1-carbomethoxy-1-propen-2-ylphosphat (Compound 2046)

In Laborversuchen an Bohnenpflanzen mit *Tetranychus bimaculatus* als Testobjekt zeigten beide neuen Verbindungen eine starke innertherapeutische Wirkung, die diejenige der in diese Versuche einbezogenen Vergleichsprodukte „Systox" und OMPA übertraf [Corey, Dorman, Hall, Glover und Whetstone (34)]. Wie Corey *et al.* (35) weiterhin feststellten, dringen beide Substanzen in den ersten Minuten nach der Applikation vollständig in die Pflanzen ein, wo sie im Transpirationsstrom verfrachtet werden und die Pflanze bei der Transpiration wieder verlassen. Da beide Produkte infolge ihres vermutlich hohen Dampfdruckes auf ihrem Weg durch die Pflanze diese in der Gasphase verlassen, so ist ein Teil der systemischen Wirkung sicher einer reinen Gaswirkung zuzuschreiben (Compound 1836 Sdp. 116° C bei 10 mm Hg; Compound 2046 Sdp. 106–107, 5° C bei 1 mm Hg). Bezüglich ihrer Toxizität für den Warmblüterorganismus entsprechen die beiden Versuchsprodukte der Shell Chemical Corporation dem „Systox". An der Ratte beträgt die akute orale $D.l._{50}$ von Compound 1836 7,4 mg/kg, jene von Compound 2046 4,0 mg/kg. Morse, Kodama und Hine (143) untersuchten die Hemmwirkung dieser beiden Verbindungen auf die Cholinesterase im Vergleich zu Parathion und fanden dabei, daß beide dem Parathion in qualitativer Hinsicht gleichen; in quantitativer Beziehung ist jedoch Compound 1836 sowohl *in vitro* als auch *in vivo* aktiver als Parathion, während sich Compound 2046 als ein schwächerer Inhibitor erweist. Bei der Untersuchung der kumulativen Hemmwirkung der drei Phosphorverbindungen wurde die Beobachtung anderer Autoren bestätigt, daß bei Erhöhung der Dosis oder bei Verlängerung der Expositionszeit die Cholinesterasewerte stark absinken können, ohne daß es zu einer gefährlichen oder gar tödlichen Intoxikation kommt. Die Erythrozyten-ChE wurde stärker gehemmt als die Gehirn- oder Plasma-ChE.

Angesichts der großen Rolle, welche die innere Therapie der Pflanze heute im Pflanzenschutz spielt, ist es nicht verwunderlich, daß an den zuständigen Versuchsanstalten zur Zeit eine ganze Anzahl weiterer Versuchsprodukte der Pflanzenschutzmittelindustrie in Prüfung ist. Ivy (107, 108) hat hierüber eine interessante Zusammenstellung veröffentlicht, in der — mit Ausnahme der neuesten Entwicklungen, über die aus Gründen der Geheimhaltung natürlich nicht publiziert werden darf — alle bekannten Innertherapeutika und deren weniger wirksamen Abkömmlinge aufgeführt sind.

f) Pyrazoxon

Während alle bisher behandelten organischen Phosphorverbindungen mit systemischer Wirkung aliphatischer Natur sind, wurde vor einiger Zeit in den Laboratorien der J. R. Geigy AG. von Gysin (87, 88) im Rahmen von Forschungsarbeiten über Phosphorsäure- bzw. Thiophosphorsäureester enolisierbarer heterozyklischer Systeme die als Pyrazoxon bezeichnete Substanz G 24483

```
                CH3—C— —CH          OC2H5
                    ‖      ‖          /
Pyrazoxon:          N      C—O—P
                     \    /     ‖\
                      N         O  OC2H5
                      H
```

synthetisiert, die in den biologischen Labor- und Freilandversuchen eine so gute systemische Wirkung zeigte, daß sie hierauf an verschiedene landwirtschaftliche Versuchsanstalten in der Schweiz und im Ausland zur weiteren biologischen Prüfung abgegeben wurde. Das technische Produkt ist eine gelbliche, ölige Substanz vom spez. Gewicht 1,001, die sich nicht ohne Zersetzung destillieren läßt. G 24483 ist löslich in Xylol, Aceton und Alkohol, aber unlöslich in Petrol. In Wasser löst sich weniger als 1%.

In toxikologischer Hinsicht macht Pyrazoxon keine Ausnahme von der allgemeinen Regel, wie sie für Phosphorsäureester aromatischer und aliphatischer Reihen gilt, wonach die Sauerstoffverbindungen giftiger sind als die entsprechenden Thiophosphorsäureverbindungen. Die akute orale Toxizität ($D.l._{50}$) der Reinsubstanz beträgt an der Maus 6–8 mg/kg, an der Ratte 7,5 mg/kg. Die entsprechende $D.l._{50}$ einer 40%igen Emulsion von Pyrazoxon wurde bei der Maus zu 8 mg/kg bestimmt, bezogen auf die Wirksubstanz.

Obwohl sich Pyrazoxon noch im Versuchsstadium befindet, zeigten bereits die ersten größeren Versuchsserien, über deren Resultate Gasser (73) und Grob (84) am 3. Phytopharmazeutischen Kongreß in Paris sowie Gast (75) und Thénard (188) am 83. Congrès pomologique in Algier referierten, daß das Produkt sowohl gegen Blattläuse als auch vor allem gegen Spinnmilben eine sehr gute systemische Wirkung aufweist.

Aus der großen Zahl der in den Jahren 1951 und 1952 durchgeführten Blattlausversuche, in denen die innertherapeutische Wirkung nachgewiesen wurde, seien folgende Beispiele herausgegriffen:

1. An der Stammbasis von Apfelspalierbäumen wurde 1 cm³ einer 20%igen Emulsion deponiert und die behandelte Stelle mit Papier vor Regen geschützt. Behandlungsdatum 6. 8. 1951. Nach 3 Tagen waren bei Pyrazoxon 90% der Blattläuse (*Yezabura malifoliae*) tot, nach 6 Tagen 100%. Am 7. Tag nach der Behandlung wurden die Bäumchen frisch mit Blattläusen infiziert. Bei der Kontrolle 3 Tage später betrug die Blattlausmortalität immer noch 100%.

2. Gewächshaus. Je 2 eingetopfte *Rumex*-Pflanzen (in 18 cm-Töpfen) wurden mit 250 cm³ Emulsion (20 g Wirksubstanz in 100 l Wasser) gegossen unter Vermeidung einer Berührung der Gießflüssigkeit mit den Blättern oder Stengeln. Um die Gasphase auszuschalten, wurden die Töpfe in Paraffinbüchsen gestellt und auch an den Stengelöffnungen hermetisch verschlossen. Die erste Infektion mit Blattläusen (*Aphis rumicis*) erfolgte 24 Stunden nach der Behandlung. Bei Pyrazoxon betrug die Blattlausmortalität bei der 24 Stunden später vorgenommenen Kontrolle 100%, bei den in die Versuche einbezogenen Vergleichsprodukten Demeton 100%, Schradan 30%. 16 Tage nach der Behandlung wurde eine 2. Infektion vorgenommen. 24 Stunden später waren bei Pyrazoxon 90%, bei Demeton 50%, bei Schradan 30% der Blattläuse tot; nach 48 Stunden lauteten die entsprechenden Zahlen: Pyrazoxon 100%, Demeton 80% und Schradan 45%.

Die systemische Wirkung des Pyrazoxons ließ sich auch bei einer Saatgutbehandlung zeigen. Durch Einlegen von Radieschensamen in eine Pyrazoxon-Emulsion wurde die Wirksubstanz in den Samen gespeichert und ließ sich nachher mittels Bioassay in den oberirdischen Pflanzenteilen nachweisen. In den Blattlausversuchen des Jahres 1953 waren die Resultate nicht immer einheitlich, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, daß das Produkt stark von abiotischen Faktoren abhängig zu sein scheint. Dieser Frage wurde in den Versuchen des Jahres 1954, in dem fast durchwegs ungünstige Witterungsverhältnisse herrschten, große Aufmerksamkeit geschenkt. Es konnte dabei festgestellt werden, daß Pyrazoxon bei kühler Witterung eine langsame Anfangswirkung besitzt, wie aus den beiden folgenden Versuchen hervorgeht:

Erster Versuch in Pfeffingen:

Am 16. Juni 1954 wurden bei kühler Witterung Apfelspindelbüsche, die von *Sappaphis plantaginea* befallen waren, mit Pyrazoxon und einem Demeton-Präparat in 0,1 %iger Konzentration gespritzt. Nach 40 Stunden betrug die Abnahme der Population (in % des Anfangsbestandes) bei Pyrazoxon 65,4%, bei einer 20%igen emulgierbaren Lösung auf Basis von Demeton 100%; nach 12 Tagen machte die Populationsabnahme bei beiden Präparaten 100% aus.

Zweiter Versuch in Pfeffingen:

Am 10. Juni wurden junge Kirschenhochstämme, die einen starken Befall von *Myzus cerasi* aufweisen, mit Pyrazoxon und dem 20%igen Demeton-Präparat in 0,1%iger Konzentration gespritzt. Die maximale Tagestemperatur betrug am 3. und am 7. Tag nach der Behandlung 23° C, an den übrigen Tagen lag sie unter 20° C. Ergebnis: Nach 24 Stunden betrug die Populationsabnahme bei Pyrazoxon 54,5%, beim Demeton-Präparat 100%. Innert 8 Tagen bewirkten beide Produkte eine Abnahme von 100%.

Bereits in den ersten Akarizidversuchen ließ Pyrazoxon eine ausgezeichnete systemische Wirkung gegen *Tetranychus urticae* auf Hopfen und Bohnen erkennen, wie folgender Laborversuch zeigt:

Je zwei Bohnenpflanzen wurden mit ihren Wurzeln in Knopsche Nährlösung gehängt und mit *Tetranychus urticae* künstlich infiziert. Nach 4 und 6 Tagen wurde der Befall kontrolliert, wobei folgende Resultate erhalten wurden:

Präparat	g/WS/100 l	Anfangsbestand			Befall n. 4 Tagen			Befall n. 6 Tagen		
		L	R	E	L	R	E	L	R	E
Pyrazoxon	10	12	5	49	0	0	14	0	0	2
	20	14	8	22	0	0	8	0	0	1
Demeton	10	20	0	12	0	0	12	0	0	6
	20	14	4	34	0	0	34	0	0	26

L = mobile Stadien, R = Ruhestadien, E = Eier

Auch gegen *Tetranychus fragariae* an Erdbeeren und *Metatetranychus ulmi* an Reben erzielte Pyrazoxon sehr gute Resultate.

Zur Illustration der akariziden Wirkung des Pyrazoxons seien im folgenden noch zwei im Jahre 1954 durchgeführte Versuche zur Bekämpfung von *Paratetranychus pilosus* aufgeführt:

1. Versuch (in Pfeffingen):

Spritzung am 25. Mai 1954.
Sorte: „James Grieve".
Parzellengröße: 4 Bäume.
Auszählungen: an 20 Blättern pro Parzelle.

Präparat u. Konzentration	Anfangsbestand		1. Nachkontrolle n. 24 Stunden	2. Nachkontrolle nach 5 Tagen		3. Nachkontrolle nach 14 Tagen	
	L u. R	E	L	L u. R	E	L u. R	E
Pyrazoxon 0,1%							
Anzahl . . .	765	0	0	4	7	1	3
% Zu- oder Abnahme			—100	—99,5		—99,8	
Demeton-Präparat 0,1%							
Anzahl . . .	1147	2	1	0	0	0	0
% Zu- oder oder Abnahme			—99.9	—100	—100	—100	—100
Unbehandelt							
Anzahl . . .	138	0	151	78	27	63	115
% Zu- oder Abnahme . .			+9,5	—43,5		—54,4	

L = mobile Stadien R = Ruhestadien E = Eier

Auch bei einer Saatgutbeizung mit Pyrazoxon wurden die auflaufenden Pflanzen während mehrerer Wochen gegen Spinnmilbenbefall geschützt.

Wiesmann und Gasser (210) untersuchten in Zusammenarbeit mit Bernhard und Brubacher vom physiolog.-chemischen Institut der Universität Basel mit Hilfe eines P^{32}-haltigen radioaktiven Präparates die Leitung des Pyrazoxons in der Pflanze. Von dem in Labor- und Freilandversuchen behandelten Pflanzenmaterial wurden Radiogramme hergestellt, die ein genaues Studium der Verteilung des Präparates in der Pflanze ermöglichen. So konnte z. B. nachgewiesen werden, daß sowohl durch Begießen der Wurzeln von Apfelspalier-Bäumen im Freiland, durch Auftragen an der Stammbasis als auch durch Spritzen einzelner Astpartien eine Verteilung der Substanz in der ganzen Pflanze erzielt wird. Abgesehen von den Einzelresultaten zeigen diese Versuche, welche wertvollen Dienste die Isotopenmethode bei der Erforschung pflanzenphysiologischer Probleme, die sich bei der Anwendung von innertherapeutischen Mitteln stellen, leistet.

2. Versuch (in Schweizerhalle):
Spritzung am 2. Juni 1954.
Sorte: Ananas Reinette.
Parzellengröße: 4 Bäume (Spalier).
Auszählungen: an 20 Blättern pro Parzelle.

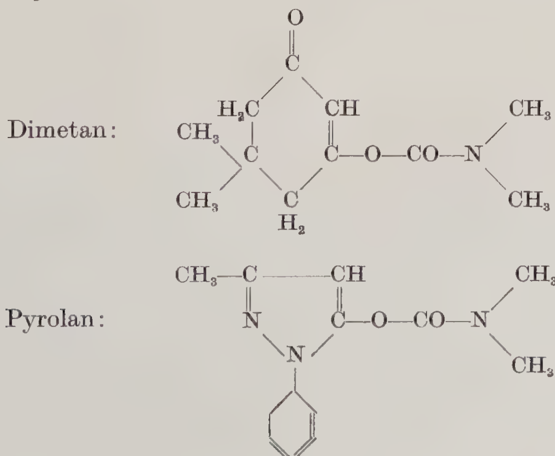
Präparat und Konzentration	Anfangsbestand		1. Nachkontrolle n. 24 Stunden	2. Nachkontrolle nach 8 Tagen		3. Nachkontrolle nach 27 Tagen	
	L + R	E	L	L + R	E	L + R	E
Pyrazoxon 0,1%							
Anzahl . . .	107	3082	5	0	1440	1	17
% Zu- oder Abnahme			—95,4	—100	—53,3	— 99,1	—99,4
Demeton-Präparat 0,1%							
Anzahl . . .	64	2299	3	0	1815	0	9
% Zu- oder Abnahme . .			—95,2	—100	—21,1	—100	—99,6
Unbehandelt							
Anzahl . . .	59	1153	73	51	2310	101	602
% Zu- oder Abnahme . .				—8,7	+49	+69,5	—47,8

IV. Urethane

Vor der Bearbeitung der organischen Phosphorverbindungen wurde in den Laboratorien der J. R. Geigy AG. von Gysin, Margot und Simon in Zusammenarbeit mit den Biologen der Firma die Gruppe der Carbaminsäureester von enolisierbaren cycloaliphatischen bzw. heterocyclischen Systemen auf insektizid wirksame Substanzen untersucht, womit eine ganz neue Stoffklasse ihren Einzug in die Schädlingsbekämpfung hielt.

a) Dimetan und Pyrolan

Während die aus dieser Arbeitsrichtung hervorgegangenen Insektizide Dimetan und Pyrolan:



nur eine beschränkte systemische Wirksamkeit besitzen und eher als selektive Blattlausmittel mit Tiefenwirkung zu bezeichnen sind, weist die als Isolan bezeichnete Substanz G 23611 eine hervorragende innertherapeutische Wirkung gegen eine große Zahl von Blattlausarten auf.

Wie die umfangreichen Versuche von Wiesmann *et al.* (209), Gasser (71, 72) und Grob (83) ergeben haben, werden Dimetan und Pyrolan sowohl durch die Wurzeln als auch durch die Blattspreiten aufgenommen und hierauf im Saftstrom transportiert, doch werden die beiden Substanzen in der Pflanze offenbar nicht gespeichert, womit ein für die innertherapeutische Wirkung wichtiges Charakteristikum fehlt. Das Fehlen der Speicherung ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß die Substanzen sowohl durch Transpiration als auch durch Guttation aus den Pflanzen ausgeschieden werden, wie Gasser (72) nachweisen konnte. Wegen der fehlenden innertherapeutischen Dauerwirkung konnten die beiden Substanzen nicht als Innertherapeutika in die Praxis eingeführt werden. In Versuchen erzielten jedoch Dimetan und Pyrolan in Konzentrationen von 0,02 bis 0,04% dank ihrer Tiefenwirkung vorzügliche Resultate bei der Bekämpfung von Blattläusen an Obst und Beerenobst, während einige wirtschaftlich wichtige Aphiden, die auf Gemüse vorkommen, sich mit diesen Mitteln weniger gut bekämpfen ließen, was auf die starke Selektivität der beiden Substanzen zurückzuführen ist.

b) Isolan

Im Gegensatz zu Dimetan und Pyrolan, die in der Gruppe der Urethane gewissermaßen die Bindeglieder zwischen den Kontaktinsektiziden und den echten Innertherapeutika darstellen, genau wie dies übrigens unter den Phosphorsäureestern beim Parathion der Fall ist (vergl. S. 153), weist das Isolan, bei dem der Phenylrest des Pyrolans durch eine Alkylgruppe ersetzt ist, eine starke systemische Wirksamkeit auf, wie sie bisher nur von gewissen organischen Phosphor- und Fluorverbindungen bekannt war. Diese Eigenschaft des Isolans zeigt, daß die innertherapeutische Wirkung nicht an eine bestimmte chemische Körperklasse gebunden ist.

Isolan ist 1-Isopropyl-3-methylpyrazolyl-(5)-dimethylcarbamat von folgender Struktur:

```
            CH3—C———CH            CH3
                ‖    ‖           /
Isolan:         N    C—O—C—N
                 \  /     ‖    \
                  N       O     CH3
                  |
                  CH
                 /  \
              CH3    CH3
```

Das chemisch reine Produkt ist eine fast farb- und geruchlose Flüssigkeit, die bei 0,3 mm Hg bei 105–107° C siedet. Das technische Produkt ist eine rötlichbraune Flüssigkeit. Es ist mischbar auch mit hartem Wasser in jedem Verhältnis (p_H der wäßrigen Lösung etwa 5,5), mit Alkohol, Aceton und Xylol, löslich in Petrol (mit den Siedegrenzen 180–210° C) bei 20° zu 3%. Die Wasserdampfflüchtigkeit beträgt 500 mg/100 g Dampf bei 100° C. Das spez. Gewicht der Substanz wurde zu 1,07 bei 20° bestimmt.

Die akute Toxizität ($D.l._{50}$) wurde bei oraler Verabreichung der Substanz in wäßriger Lösung an der Maus zu etwa 11,5, an der Ratte zu etwa 17 mg/kg bestimmt. Bei Verabreichung in Emulsionsform beträgt der entsprechende

D.l.$_{50}$-Wert an der Maus etwa 7, an der Ratte etwa 10 mg/kg. Bei der Untersuchung der akuten Toxizität bei kutaner Applikation führten 50 mm³ Isolan/kg bei Ratten innert 24 Stunden zum Exitus.

Isolan ist bezüglich seiner Warmblüter-Toxizität ähnlich wie Parathion oder Demeton zu beurteilen, d. h. als starkes Esterasegift zu betrachten. Wie die genannten Substanzen wird auch Isolan durch die Haut resorbiert. Eine erhebliche Akkumulationstendenz scheint die Substanz in Mengen von etwa 1/100 der akuten D.l.$_{50}$ nicht zu besitzen.

Isolan zeichnet sich durch seine schnelle und umfassende Wirkung auf Blattläuse aus, wobei es diese sowohl durch eine direkte Kontakt- und Gaswirkung als auch auf innertherapeutischem Wege erfaßt. Welche Wirkungskomponente vorherrschend ist, hängt weitgehend von der angewendeten Konzentration ab. Dies zeigt sich unter anderem darin, daß das Produkt nur in Konzentrationen von 10 g Wirksubstanz in 100 l Spritzbrühe an aufwärts eine systemische Wirkung entfaltet. Im Rahmen dieses Referats sei nur auf diese letztere Wirkung näher eingegangen.

Sie läßt sich einmal dadurch demonstrieren, daß bei einer Isolanspritzung auf oberirdische Pflanzenteile die behandelte Pflanze nachher während längerer Zeit für Blattläuse giftig ist. Auf diese Weise wird eine Bekämpfung von schwer zugänglichen Blattläusen (in eingerollten, bzw. bodennahen Blättern) ermöglicht. Eine weitere Applikationsart, die auf der innertherapeutischen Wirkungsweise der Substanz beruht, ist die sogenannte Stammbehandlung. Wird hierbei Isolan an der Stamm- oder Astbasis von Obstbäumen auf die lebende Rinde aufgetragen, so dringt es durch diese ein und wird vom Saftstrom in beiden Richtungen weitergeleitet. Zur Illustration der Methode sei folgender Versuch angeführt: An der Stammbasis von Apfelspalierbäumchen wurden 1 cm³ einer Emulsion mit 20% Wirksubstanz-Gehalt deponiert und die behandelten Stellen mit Papier vor Regen geschützt. Behandlungsdatum 29. 5. 1951. Nach 7 und 14 Tagen waren die mit Isolan behandelten Spalierbäumchen blattlausfrei, während bei zum Vergleich mit OMPA behandelten nach 7 Tagen noch keine Wirkung feststellbar war und nach 14 Tagen die Blattlausreduktion 80% betrug. Nach 30 Tagen wurde mit *Yezabura malifoliae* frisch infiziert: 6 Tage nach der Neuinfektion war die Isolanparzelle dann immer noch blattlausfrei, während die OMPA-Parzelle einen starken Befall aufwies.

Weitere Vergleichsversuche, die mit Isolan, Pyrazoxon und einem 20%igen Demeton-Präparat nach dem Anstrichverfahren (5–25 mg Wirksubstanz/cm³ Stammquerschnitt) durchgeführt wurden, ergaben nach Grob (84) folgendes: Isolan wirkt gegen *Aphis pomi* in niedrigeren Konzentrationen als die beiden Vergleichsprodukte. Es wird rascher nach den unbehandelten Teilen der Pflanze geleitet. 3 Tage nach der Behandlung weisen nur die mit Isolan behandelten Bäume eine 100%ige Blattlausmortalität auf, während mit den beiden Phosphorsäureestern erst nach 9 Tagen und nur bei Anwendung höherer Konzentrationen eine 100%ige Mortalität erreicht wird. Des weiteren weist Isolan eine längere Wirkungsdauer auf als die beiden andern Produkte.

Beim Anstrichverfahren sind nach den von Grob durchgeführten Versuchen 2–5fache Mengen Aktivsubstanz notwendig, um eine vollständige Abtötung der Blattläuse zu erzielen. Allerdings ist die Wirkungsdauer beim Anstrichverfahren länger als bei einer gewöhnlichen Spritzung. Das Anstrichverfahren eignet sich vor allem für jene Zwecke, wo es gilt, Blattläuse, die dauernd frisch zufliegen, zu bekämpfen (*Aphis pomi*). Ein spezieller Vorteil dieses

Verfahrens besteht in seiner selektiven Wirkung auf die Blattläuse, da die Nützlinge hierbei geschont werden.

Gegenüber dem Anstrichverfahren hat das Gießverfahren den Vorteil, daß es arbeitstechnisch rationeller ist. Als Gießmittel angewendet, vermag Isolan den Pflanzen während längerer Zeit einen Schutz gegen Blattläuse zu verleihen. So wurden in einem Gießversuch *Canna*-Jungpflanzen mit je 200 cm³ einer 0,05%igen bzw. 0,025%igen Lösung begossen, worauf die behandelten Pflanzen während eines Monats aphizid blieben.

Wie andere Innertherapeutika läßt sich Isolan auch zur Behandlung von Saatgut verwenden, um die auflaufenden Pflanzen vor Blattläusen zu schützen. Mit den beiden anderen Urethanen Dimetan und Pyrolan hat Isolan die Eigenschaft gemeinsam, daß es keine akarizide Wirkung besitzt. Auf Blattläuse wirkt Isolan außerordentlich rasch, wie Versuche mit *Aphis rumicis* ergeben haben. Mit 2 g Isolan in 100 l Wasser wird in 180 Minuten eine 100%ige Mortalität erreicht; mit 10 g wird dieses Resultat bereits nach 45 Minuten erzielt. Die Blattläuse haben oft keine Zeit mehr, ihre Stechborsten aus den Gefäßen zu ziehen, und bleiben daher am Blatt hängen.

Was seine Wirkung auf die Nützlingsfauna anbetrifft, so ist Isolan nur unmittelbar nach der Behandlung für diese gefährlich. Beißende Insekten werden überhaupt nicht geschädigt, da die Substanz rasch ins Blatt eindringt. Bezüglich der intraplantären Wirksamkeit weist Isolan eine physiologische Selektivität im Sinne Rippers und Unterstenhöfers auf.

Anthocoriden auf allen Entwicklungsstadien, Marienkäferchen und Chalcididen sind gegenüber Isolan resistent. Hingegen wirkt es auf Coccinellidenlarven, Syrphiden und Chrysopiden stärker als OMPA.

Die von den Wissenschaftlern der J. R. Geigy AG. in der Schweiz erhaltenen Resultate wurden durch die Versuche, die Ferguson und Alexander (61) in den USA mit Isolan durchführten, bestätigt. Zum Nachweis der systemischen Wirkung tauchten die Verfasser in Laborversuchen Bohnenpflanzen mit ihren Wurzeln in wäßrige Isolan-Lösungen und verschlossen die Öffnung der Gefäße rund um die Stengel luftdicht mit Paraffin, um jegliche Gaswirkung auszuschließen. Die auf diese Pflanzen verbrachten Erbsenblattläuse (*Macrosiphum pisi*) wurden selbst bei einer so niedrigen Konzentration wie 0,005% in wenigen Stunden zu 100% abgetötet.

In Freilandversuchen wurde mit einer Isolan-Spritzung (30 g/100 l) gegen *Anuraphis roseus* nach 24 Stunden eine 98%ige Mortalität erzielt, obgleich die Blattläuse zur Zeit der Behandlung in den eingerollten Blättern gegen den Spritzstrahl gut geschützt waren. Wenn auch die Möglichkeit einer Gaswirkung nicht ganz ausgeschlossen werden kann, so sprechen die Resultate doch sehr dafür, daß die hohe Mortalität der Tiefenwirkung, vor allem der systemischen Wirkung des Isolans zugeschrieben werden muß. In einem weiteren Freilandversuch wurde eine Paste, die 10% Isolan enthielt, auf den Stamm von Apfelbäumen appliziert. Die auf den Bäumen vorhandenen Läuse (*Aphis pomi* und *Eriosoma lanigerum*) wurden in 2–5 Tagen nach der Behandlung abgetötet, worauf die Bäume während mindestens 2 Monaten (einige während der ganzen Saison) blattlausfrei blieben. Des weiteren konnten mit Isolan Blattläuse auf Pflaumen, Birnen und Kohlpflanzen bekämpft werden, worauf die Pflanzen während mehrerer Wochen blattlausfrei blieben. Nach Ansicht von Ferguson und Alexander liegt der besondere Wert des Isolans darin, daß es in sehr niedriger Konzentration den Pflanzen eine lange Schutzwirkung gegen Blattläuse verleiht und für Nützlinge praktisch harmlos ist.

Dominick (49) erhielt in den USA mit Isolan sehr erfolgversprechende Resultate gegen den tobacco flea beetle (*Epitrix hirtipennis*) auf Tabak. In Vergleichsversuchen wurden Demeton und Isolan in verschiedenen Konzentrationen dem Gießwasser zugesetzt und damit die frisch ausgepflanzten Tabaksetzlinge ausgiebig begossen. In der Verdünnung von 1 : 600 und 1 : 3200 erzielte Isolan eine starke Verminderung der flea beetle-Population und war in diesen Konzentrationen dem Demeton nicht nur bezüglich der Wirkung überlegen, sondern verursachte im Gegensatz zu diesem auch keinerlei phytotoxische Symptome.

Isolan und Virosenbekämpfung im Feldbau

Angesichts der sehr guten Blattlauswirkung des Isolans wurde diese Substanz auch auf ihre Verwendungsmöglichkeiten im Kartoffelbau im Hinblick auf die Bekämpfung der wichtigsten Virusvektoren eingehend geprüft. In der Schweiz treten an Kartoffelvirosen vor allem Blattroll und Y-Mosaik (Strichel) auf, die hauptsächlich durch *Myzus persicae* übertragen werden. Die ebenfalls häufig vorkommende Kreuzdornblattlaus (*Doralis rhamni*) fällt demgegenüber als Virusvektor nicht ins Gewicht.

Um in den Versuchen zur Bekämpfung von *Myzus persicae* sowohl über die Dauerwirkung als auch über die Anfangswirkung des Isolans Aufschluß zu erhalten, kamen zwei Untersuchungsmethoden zur Anwendung. Erstens einmal die bekannte 100-Blattmethode, die über die Blattlausbesiedlung, d. h. über die Schwankungen im Populationsverlauf Auskunft gibt, woraus sich Rückschlüsse auf die Dauerwirkung des Präparates ziehen lassen. Die 100-Blattmethode vermag jedoch keinen Aufschluß über die Anfangswirkung eines Präparates sowie über das Verhalten der Blattläuse auf den behandelten Blättern zu geben. Gerade diesen Faktoren kommt aber bei der Vernichtung der Überträger nicht-persistenter Viren (z. B. Y-Virus) eine große Bedeutung zu, da die Vektoren diese Viren im Gegensatz zu den persistenten unmittelbar nach dem Saugen an einer infizierten Pflanze auf eine gesunde Pflanze übertragen können. Zur Kontrolle der Anfangswirkung wurden deshalb während der ganzen Versuchsdauer je 10 markierte Pflanzen pro Versuchsparzelle täglich künstlich mit Kartoffelblattläusen infiziert. Um die aufgesetzten Blattläuse vor Abwanderung, Vernichtung durch Feinde usw. zu schützen, wurden sie unter einer kleinen Glaskammer belassen. Aus einer größeren Zahl seien im folgenden die Resultate zweier charakteristischer Versuche in Tabellenform zusammengestellt: (Siehe S. 148 und S. 149.)

Aus dem Zahlenmaterial dieser beiden Versuche, das nach der 100-Blattmethode erhalten wurde, könnte der Schluß gezogen werden, daß die 10%ige Isolanlösung der stärker konzentrierten überlegen sei. Auf Grund der künstlichen Blattlausinfektionen, die eine viel genauere Wirkungsanalyse erlauben, fielen aber die Resultate eindeutig zugunsten des 40%igen Isolanpräparates aus, das schneller, durchschlagender und länger wirkte als das 10%ige. Unter günstigen meteorologischen Bedingungen hielt die Wirkung etwa 2–3 Tage an. Nur im Verlaufe dieser Zeitspanne wurden frisch aufgesetzte Blattläuse innerhalb 48 Stunden (Celationszeit für das Blattrollvirus) abgetötet; nachher war ein rascher Wirkungsabfall festzustellen. Verglichen mit einem ebenfalls in die Versuche einbezogenen Demeton-Präparat wirkte Isolan gegen Kartoffelblattläuse weniger lang, meistens aber schneller. Die Unterschiede zwischen dem 20%igen Pyrazoxonpräparat und dem Kombinationsprodukt auf Grundlage von 10% Pyrazoxon und 10% Isolan sind nur geringfügig. Bezüglich der Wir-

1. Versuch (in Witzwil 1953)
Auszählung der Blattläuse nach der 100-Blattmethode.
Aufwandmenge: 500 g Wirksubstanz/ha.

Parzelle	I		II		III		IV		V		
Datum	20% Pyrazoxon emulgierbare Lösung		40% Isolan		10% Isolan		10% Isolan + 10% Pyrazoxon		Kontrolle**)		
	G	U	G	U	G	U	G	U	G	U	N
2. 6. (Vorkontrolle)		1		1		1		1		1	
8. 6. (Vorkontrolle)		3		2		0		0		12	
1. Behandlung 8. 6. mit je 500 g Wirksubstanz/ha											
11. 6.		1		0		0		0		0	
17. 6.		0		0		0		4		19	
22. 6.	1	4		0		0	1	6		37	
2. Behandlung der Parzellen I und IV mit je 500 g Wirksubstanz/ha des entsprechenden Präparats am 22. 6.											
30. 6.	6	31	10	80	6	29	11	32	11	421	
2. bzw. 3. Behandlung 30. 6. Alle Parzellen wurden mit je 500 g WS/ha behandelt											
6. 7.	7	61	17	131	12	79	6	61	14	1129	14
3. bzw. 4. Behandlung. 6. 7. Alle Parzellen wurden mit je 500 g WS/ha behandelt.											
8. 7.	5	6	2	15	3	13	6	17		—*)	
13. 7.	1	11	1	20	2	9	2	7	8	402	17
21. 7.	2	31		31		36	2	13	2	163	1
3. 8.		22		43		62		17		31	

G = geflügelte *Myzus persicae,* U = ungeflügelte *Myzus persicae,* N = Nymphen von *Myzus persicae.*

*) wurde nicht ausgezählt.

**) in den Kontrollparzellen wurden 2mal 100 Blatt ausgezählt.

kung gegen Kartoffelblattläuse stehen beide hinter Isolan und Demeton zurück. Weitaus am besten schnitt Demeton ab, doch überraschte auch bei diesem Präparat die relativ kurze Wirkungsdauer, die wahrscheinlich wie im Falle der anderen geprüften Präparate auf die schlechte Witterung von Ende Mai bis Ende Juni zurückzuführen ist. Die Kartoffeln dieser Blattlausversuche von 1953 wurden beim Nachbau 1954 nicht auf Virusbefall, sondern auf Ertragsleistungen ausgewertet, wobei folgende Zahlen erhalten wurden:

(Siehe Tabelle S. 149 unten.)

Daraus ist ersichtlich, daß verglichen mit der unbehandelten Kontrolle alle Präparate eine signifikante Ertragssteigerung bewirkten. Ob diese auf die Verhinderung der Virosenausbreitung oder auf die Verhütung der Saugschäden oder noch auf weitere Faktoren zurückzuführen ist, konnte bisher noch nicht näher abgeklärt werden. Obwohl genaue Zahlenwerte über den Virusbefall des Nachbaus nicht vorliegen, kann aus diesen Versuchen über die Virosenbekämpfung im Kartoffelbau die allgemeine Schlußfolgerung gezogen werden, daß es weder mit Isolan noch mit dem Kombinationsprodukt, aber auch nicht mit dem Vergleichsprodukt Demeton gelang, die Virusausbreitung gänzlich zu unterbinden. Das Ergebnis dieser Versuche bestätigt somit die Ansicht von Münster und Murbach (146), Salzmann *et al.* (167) und Heinze (96).

2. Versuch (in Vouvry, Wallis 1953)
Aphizidversuche gegen Kartoffelblattläuse.
Aufwandmenge: 500 g Wirksubstanz/ha.

Datum	10% Isolan						40% Isolan						10% Isolan + 10% Pyrazoxon						20% Demeton						Kontrolle	
	2mal		3mal		4mal		2mal		3mal		4mal		2mal		3mal		4mal		2mal		3mal		4mal			
	G	U	G	U	G	U	G	U	G	U	G	U	G	U	G	U	G	U	G	U	G	U	G	U	G	U
26. 5.	1	3					0	1					0	1					0	1					1	1
26. 5.	1. Behandlung																									
4. 6.	1	1					0	0					0	0					0	0					0	11
6. 6.	0	0					0	0					0	0					0	0					0	18
8. 6.	2. Behandlung																									
9. 6.	0	0					0	0					0	0					0	0					0	22
15. 6.	0	0					0	0					0	0					0	0					1	45
16. 6.	3. Behandlung																									
19. 6.	0	0	0	0			0	0	0	0			1	0	0	0			0	0	0	0			0	115
23. 6.	0	0	0	0			0	0	0	0			1	3	0	0			1	3	0	0			0	349
26. 6.	2	4	0	0			1	5	0	0			0	5	1	4			0	2	0	2			0	698
26. 6.	4. Behandlung																									
29. 6.	7	15	4	35	0	5	2	19	2	2	2	4	3	9	3	9	5	6	11	17	6	16	1	3	13	2028
3. 7.	4	127	1	83	7	80	11	131	3	36	0	38	8	198	6	63	2	50	7	146	1	59	1	6	15	4174
7. 7.	9	219	7	145	12	117	9	177	3	157	3	72	9	308	9	224	7	141	17	299	12	185	9	63	64	5929
14. 7.	1	202	0	152	1	161	3	433	1	165	2	96	3	288	4	242	1	123	16	299	2	170	2	39	0	106

G = geflügelte *Myzus persicae.*
U = ungeflügelte *Myzus persicae.*

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle erwähnt, daß die Firma Geigy neuerdings unter der Marke „Primin" ein spezifisches Blattlausbekämpfungsmittel auf Basis des Wirkstoffes Isolan herausbringt, in welchem jedoch dieser Wirkstoff absichtlich in so schwacher Konzentration enthalten ist, daß dem Produkt keine innertherapeutische Wirkung zukommt. Der Verzicht auf die innertherapeutische Wirkung gestattet es, das Produkt gegen alle Blattlausarten zu verwenden, ohne daß dem Problem eines toxischen Rückstandes in

Produkt	Parzelle und Anzahl Behandlungen	Knollenzahl auf 100 Stauden	Gewicht in kg	Gewicht pro Knolle
10% Isolan	4 × 1	918	85	92,5 g
	3 × 2	852	86	100,9 g
	2 × 3	905	80	88,3 g
	4 × 4	862	87	100,9 g
40% Isolan	3 × 5	850	90	100,5 g
	2 × 6	769	78	101,4 g
10% Isolan + 10% Pyrazoxon	4 × 7	821	77	93,7 g
	3 × 8	813	82	100,8 g
	2 × 9	870	84	96,5 g
	4 × 10	820	89,5	109,1 g
20% Demeton . .	3 × 11	702	81	115,3 g
	2 × 12	790	85	107,5 g
Kontrolle	13	707	57	80,6 g

Ernteerzeugnissen und allen damit zusammenhängenden Fragen eine so große Bedeutung zukommt wie den reinen Innertherapeutika. In dieser Form stellt „Primin" ein hochwirksames spezifisches Blattlausmittel dar, das gegen alle Blattlausarten, besonders auch gegen die Grüne Apfelblattlaus *(Aphis pomi)* und die Mehlige Birnblattlaus *(Sappaphis piri)*, gegen welche Parathion in verschiedenen Gegenden nicht mehr wirksam ist, in 0,1%iger Anwendungskonzentration gespritzt wird.

In dieser Anwendung schädigt „Primin" die natürlichen Feinde der Blattläuse (Marienkäferchen, Schwebfliegenlarven) nicht. Einsatz des Produktes ist überall da angezeigt, wo ausschließlich Blattläuse mit einem preislich günstigen und durchschlagend wirksamen Mittel bekämpft werden sollen.

Das erwähnte Kombinationsprodukt Isolan + Pyrazoxon wurde in den Versuchen des Jahres 1954 in einem Mischungsverhältnis von 2,5% Isolan + 7,5% Pyrazoxon und in einer Anwendungskonzentration von 0,2% gegen verschiedene im Obstbau schädliche Blattläuse und Spinnmilben geprüft, wobei es sich einem in die Versuche einbezogenen 20%igen Demeton-Präparat als gleichwertig erwies.

Von den Blattlausversuchen sei zur Illustration folgender angeführt:

Am 16. Juni wurden in Pfeffingen bei kühler Witterung Apfelspindelbüsche gespritzt. Vor der Behandlung wurde der Befall an *Sappaphis plantaginea* anhand von markierten befallenen Blättern festgehalten. An diesen markierten Befallsstellen wurde nach 40 Stunden bzw. 12 Tagen eine Erfolgskontrolle durchgeführt.

Präparat	Konzentration in Prozent	Abnahme der Population in Prozent d. Anfangsbestandes	
		innert 40 Stdn.	innert 12Tagen
20% Pyrazoxon	0,1	— 65,4%	—100%
2,5% Isolan + 7,5% Pyrazoxon	0,2	—100%	—100%
20% Demeton	0,1	—100%	—100%

Aus den Akarizidversuchen sei einer herausgegriffen:

Bekämpfung von *Paratetranychus pilosus* an Apfelbäumen (Ort: Abbaye de Salaz).

Präparat	Konzentration in Prozent	Vorkontrolle	1. Nachkontrolle 17. Mai	2. Nachkontrolle 24. Mai
		L u. R	L u. R	L u. R
2,5% Isolan u.	0,2	2271	— 99,4%	—99,2%
7,5% Pyrazoxon		2190	— 96,7%	—99,6%
20% Demeton . .	0,1	2535	—100%	—95%
		1897	— 99,9%	—96,8%

L = mobile Stadien R = Ruhestadien

Anhand dieses Versuchs kann nur die akarizide, nicht aber die ovizide Wirkung beurteilt werden, da zu diesem frühen Behandlungszeitpunkt noch keine Sommereier der ersten Generation abgelegt waren.

Das Kombinationsprodukt Isolan + Pyrazoxon wurde auch in Holland an der Versuchsanstalt Wageningen in verschiedenen Mischungsverhältnissen

eingehend geprüft und hat erfolgversprechende Resultate ergeben, worüber später an anderer Stelle publiziert werden soll.

V. Charakterisierung der Innertherapeutika

Entsprechend der heute in den USA gebräuchlichen Charakterisierung der Innertherapeutika lassen sich die in dieser Übersicht besprochenen systemischen Insektizide in die folgenden 3 Klassen einteilen [siehe auch Johnston (116), Ripper (162, 163)]:

1. Stabile innertherapeutische Insektizide:
   Selen und seine Verbindungen.
2. Endolytische Präparate, welche in ihrer ursprünglichen Form in der Pflanze erhalten bleiben, wie z. B. Dimefox.
3. Endometatoxische Innertherapeutika, welche in der Pflanze in andere insektizid wirksame Verbindungen umgewandelt werden, wie z. B. Schradan und „Systox".

Die andern hier behandelten Produkte können noch nicht mit Sicherheit in eine dieser Klassen eingeordnet werden, da noch keine endgültigen Versuchsresultate über ihr Verhalten in der Pflanze vorliegen.

Unter Bezugnahme auf die von Ripper (162) vorgeschlagene Klassifikation gibt Fletcher (63) folgende Einteilung für die bekanntesten innertherapeutischen Insektizide:

A. Selektive Innertherapeutika

1. Physiologisch selektive Innertherapeutika, wie z. B. OMPA
2. Ökologisch selektive Innertherapeutika, wie z. B. Mipafox und Demeton bei Bodenbehandlung oder Injektion in den Stamm.

B. Nicht-selektive Innertherapeutika

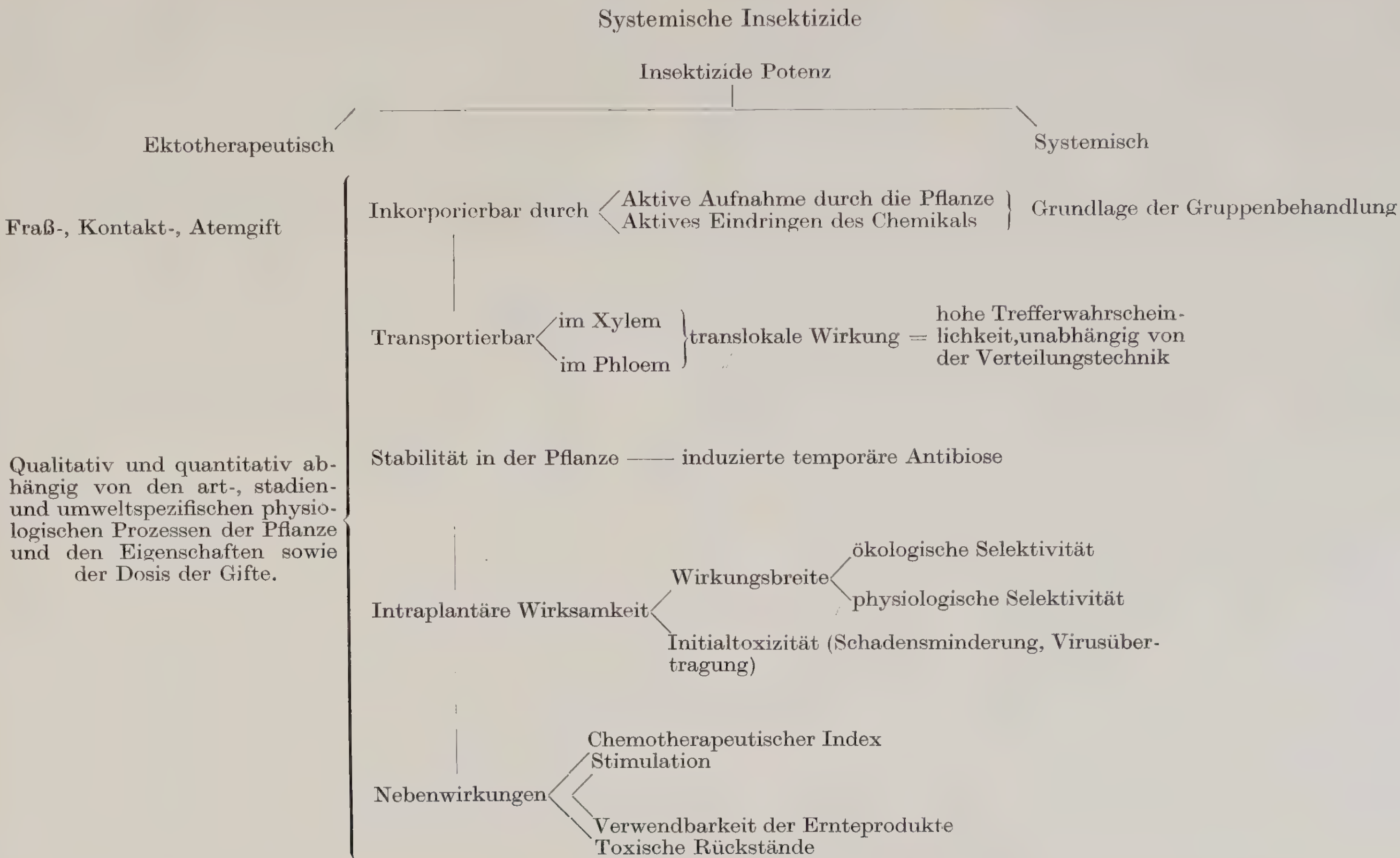
Mipafox und Demeton bei Spritzung der Blätter und Stengel.

Ein ausgezeichnetes Schema über das Wesen der inneren Therapie der Pflanze und der damit zusammenhängenden Fragen veröffentlichte Unterstenhöfer (197) (s. S. 152).

C. Insektizide mit Tiefenwirkung

Entsprechend der großen Bedeutung, welche die innere Therapie heute schon im Pflanzenschutz besitzt, ist es Mode geworden, allen möglichen neueren und auch längst bekannten Insektiziden eine innertherapeutische Wirkung zuzuschreiben, so dem Parathion und Paraoxon, dem Hexachlorcyclohexan [Ehrenhardt (56), Bollow (20)], dem Derris [Fulton und Mason (67)], dem Nikotin [David und Gardiner (43)] und neuerdings dem Cyanamid [Fuchs und Kunz (65), Kunz (123), Arenz und Schröppel (9)].

Fulton und Mason (67) beschrieben schon 1937 einen Versuch, in welchem sie eingetopfte Bohnenpflanzen vor der Bildung der ersten dreiteiligen Blätter mit wäßrigen Derris-Suspensionen mit einem Rotenon-Gehalt von 0,025, 0,05 und 0,25% angossen und hierauf einen Transport des Insektizids zu den Stellen neuen Wachstums nachweisen konnten. Zwar wurden die nach der Bildung der ersten dreiteiligen Blätter aufgesetzten Gurkenkäferlarven (*Epilachna varivestis*) nicht abgetötet, stellten jedoch auf den behandelten Pflanzen ihre Fraßtätigkeit ein. Chloroformextrakte aus den behandelten Pflanzen erwiesen sich für Goldfische als tödlich, während entsprechende



Systemische Insektizide
Insektizide Potenz
Ektotherapeutisch
Systemisch
Fraß-, Kontakt-, Atemgift
Qualitativ und quantitativ abhängig von den art-, stadien- und umweltspezifischen physiologischen Prozessen der Pflanze und den Eigenschaften sowie der Dosis der Gifte.
Inkorporierbar durch
Aktive Aufnahme durch die Pflanze
Aktives Eindringen des Chemikals
Grundlage der Gruppenbehandlung
Transportierbar
im Xylem
im Phloem
translokale Wirkung = hohe Trefferwahrscheinlichkeit, unabhängig von der Verteilungstechnik
Stabilität in der Pflanze — induzierte temporäre Antibiose
Intraplantäre Wirksamkeit
Wirkungsbreite
ökologische Selektivität
physiologische Selektivität
Initialtoxizität (Schadensminderung, Virusübertragung)
Nebenwirkungen
Chemotherapeutischer Index
Stimulation
Verwendbarkeit der Ernteprodukte
Toxische Rückstände

Extrakte aus unbehandelten Pflanzen für die Fische unschädlich waren. Niemand wird aber auf Grund eines solchen Befunds Derrispräparate als innertherapeutische Insektizide bezeichnen wollen.

Eine besondere Stellung nehmen die Phosphorsäureester Parathion und Paraoxon ein. Verschiedene Autoren haben eindeutig nachgewiesen, daß Parathion in die Pflanzen einzudringen vermag und hierauf im Saftstrom transportiert wird [Questel und Connin (153), Hofferbert und Orth (99), Frohberger (64), Bovey und Savary (25), Schneider (171), Granger und Leiby (79), Lüdicke (130, 131), sowie neuere Arbeiten von Lockau und Lüdicke über radioaktives Parathion (128, 129, 132), Nolan und Wilcoxon (151), Starnes (181), Smith und Clifford (176), Zeid und Cutkomp (214)], doch wird es wohl hauptsächlich nur von den Wurzeln resorbiert, worauf es mit dem Transpirationsstrom über größere Entfernungen verfrachtet und mit der Guttationsflüssigkeit wieder ausgeschieden wird. Wie Frohberger nachwies, ist jedoch die in der Pflanze vorhandene Konzentration zu gering, um tierische Schädlinge am Sproß sicher und vollständig abzutöten. Auch soll nach diesem Autor ein Transport des Parathions innerhalb der Siebröhren nicht erfolgen, womit eine wichtige Voraussetzung für die Blattlausbekämpfung auf innertherapeutischem Wege dahinfällt. Hingegen besitzt das Parathion die Fähigkeit, bei einer Spritzung der Pflanzen ins Blattgewebe einzudringen, wobei es, wie Unterstenhöfer (193) schon 1948 beobachtete, von der Kutikulaschicht des Blattes aufgenommen und durch die Spaltöffnungen der Blattunterseite wieder ausgeschieden wird, wodurch Blattläuse, welche sich im Innern gerollter und gekräuselter Blätter versteckt halten, abgetötet werden. Für diese Wirkung durch das Blatt hindurch führte Unterstenhöfer den Begriff der „Tiefenwirkung" ein.

Das Parathion ist demnach kein innertherapeutisches Insektizid, wie es bei seinem Aufkommen da und dort bezeichnet wurde [neuerdings wieder in Rußland, siehe Vaniev (200)], sondern ein lipophiles Kontaktgift mit Tiefenwirkung, die sich praktisch auf das benetzte Blatt beschränkt.

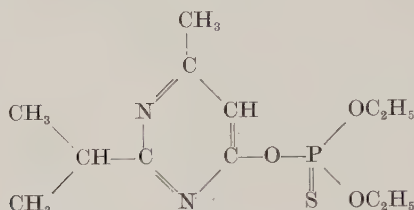
Ähnliches dürfte unserer Meinung nach auch für die analoge Sauerstoffverbindung des Parathions, das Paraoxon („E 600") gelten, obwohl gerade dieser Substanz neuerdings von verschiedenen Autoren eine starke systemische Wirkung nachgesagt wird [David und Gardiner (40, 44, 45), Zeid und Cutkomp (214)]. Nach Ivy (108) ist Paraoxon in Wasserkulturversuchen ebenso wirksam wie „Systox", bei Kotyledonen dem letzteren nach einer Saatgutbehandlung sogar überlegen. Hingegen weisen die Laubblätter der aufgelaufenen Pflanzen, deren Samen mit Paraoxon gebeizt worden waren, keine insektizide Wirkung gegen Blattläuse und Spinnmilben auf.

Im Gegensatz zu David und Gardiner (44, 45), die in Versuchen mit Kohlweißlingraupen (*Pieris brassicae*) und Meerrettich-Blattkäfern (*Phaedon cochleariae*) eine starke „systemische" Wirkung von „E 600" nach Applikation der Substanz auf die Blätter nachwiesen, verneint Ivy eine translokale Wirkung des Paraoxons nach einer Blattbehandlung. Bei der systemischen Wirkung von „E 600" gegen Kohlweißlingraupen und Meerrettich-Blattkäfer dürfte es sich um Spezialfälle handeln, da „E 600" in früheren Versuchen von David und Gardiner (40) keine innertherapeutische Wirkung gegen Bohnenblattläuse (*Aphis fabae*) zeigte, wenn es auf die Blätter von Bohnenpflanzen (*Vicia faba*) appliziert wurde.

Ivy unterscheidet bei den organischen Phosphorverbindungen zwei Arten von „systemischer" Wirkung. Bei der ersten Art ist der Transport der Verbin-

dung örtlich begrenzt und „rein mechanisch" (was damit gemeint ist, wird nicht näher erklärt). Diese Art von Wirkung, die wir im deutschen Sprachgebrauch als „Tiefenwirkung" bezeichnen, zeigen Paraoxon, Parathion und verwandte Verbindungen. Bei der zweiten Art von Wirkung im Sinne Ivy's handelt es sich um die echte systemische Wirkung, wie sie von Unterstenhöfer schon früher in mehreren Veröffentlichungen definiert wurde.

In die Gruppe der Phosphorsäureester mit Tiefenwirkung gehört auch der von Gysin (87, 88) in den Laboratorien der J. R. Geigy AG. synthetisierte Thiophosphorsäure-[2-isopropyl-4-methyl-pyrimidyl-(6)]-diäthylester,



der inzwischen unter der Bezeichnung Diazinon in die Praxis eingeführt wurde und sich u. a. bei der Bekämpfung sogenannter resistenter Fliegen ausgezeichnet bewährte [Kocher, Roth, Treboux (121)].

Wie die Resultate der umfangreichen biologischen Versuche, über die Gasser (74), Häfliger (89) und Bachmann (11) publiziert haben, und die bisherigen praktischen Erfahrungen zeigen, eignet sich Diazinon auch im Pflanzenschutz vorzüglich zur Bekämpfung wichtiger landwirtschaftlicher Schädlinge, wobei sich sein Wirkungsspektrum ungefähr mit jenem des Parathions deckt. Gegenüber dem letzteren weist Diazinon aber eine Reihe von Vorteilen auf, einmal in toxikologischer Hinsicht und dann auf bestimmten Anwendungsgebieten. So übertrifft Diazinon das Parathion in der Wirkung gegen die Blutlaus, die Blattgallenform der Reblaus, gegen Engerlinge und Drahtwürmer und in den USA auch gegen die Obstmade. Genau wie Parathion besitzt auch Diazinon eine Tiefenwirkung. So ist es wirksam gegen die Maden der Kirschenfliege *(Rhagoletis cerasi)*, gegen die in Gallen lebende Ulmenblattlaus *Eriosoma lanuginosum*, sowie gegen die Raupen von *Lyonetia clerkella* in Apfelblättern. Eine echte innertherapeutische Wirkung weist hingegen Diazinon nicht auf.

Auch das Hexachlorcyclohexan (HCH) ist unserer Meinung nach ein typisches Beispiel für ein Insektizid mit Tiefenwirkung, die in diesem Falle auf seiner starken Gaswirkung beruht — im Gegensatz zur Tiefenwirkung des Parathions auf Blattläuse in eingerollten Blättern, bei der die Kontaktwirkung neben einer sicher auch vorhandenen Fraßgift- und Gaswirkung die vorherrschende Wirkungskomponente ist. Von den unzähligen Publikationen, die sich mit der Tiefenwirkung des HCH befassen, seien hier als Beleg nur die Arbeiten von Günthart (85, 86), Sellke (174), Langenbuch (124) und Kramm (122) erwähnt.

Der Arbeit von Thiem (189), der mit einem 5%igen γ-HCH-Stäubemittel Versuche mit Larven von Kartoffelkäfern *Leptinotarsa decemlineata* an Kartoffelpflanzen durchführte und nachwies, daß der HCH-Wirkstoff von den Pflanzen aufgenommen, darin festgehalten und von unteren Blattorganen zu den sich entwickelnden jungen Blättern transportiert wird, muß entgegengehalten werden, daß er in seinen Versuchen eine 10fache Überdosierung ver-

wendete und überdies wahrscheinlich der Gaswirkung des HCH bei seiner Versuchsmethodik zu wenig Rechnung trug.

Ehrenhardt (56) wies in Laborversuchen an jungen Weizensprossen und Tomatenpflanzen mittels Bioassay mit *Drosophila* nach, daß das Hexachlorcyclohexan von den Wurzeln dieser Pflanzen aufgenommen und hierauf im Innern geleitet wird. Da für diese Untersuchungen keine Blattläuse oder Spinnmilben verwendet wurden und der Hexagehalt des Pflanzengewebes überdies im direkten Kontakttest mit *Drosophila* geprüft wurde, wobei die zu untersuchenden Gewebepartien zusammen mit den *Drosophila*-Imagines in Reagenzgläser gegeben wurden, scheinen nach unserer Meinung die Versuche für eine systemische Wirkung des Hexa keineswegs schlüssig zu sein. Da ferner, wie Ehrenhardt ausführt, das Hexachlorcyclohexan nach seiner Aufnahme in die Pflanze schnell wieder aus dem Gewebe austritt und nicht darin gespeichert wird, ist es nach der Definition von Unterstenhöfer (198, 199) nicht statthaft, das Hexachlorcyclohexan als systemisches Insektizid zu bezeichnen.

D. Rückblick und Ausblick

Die vorliegenden Ausführungen dürften zur Genüge gezeigt haben, daß die innere Therapie über das Versuchsstadium hinaus ist und daß dem Pflanzenschutzfachmann mit den heutigen innertherapeutischen Insektiziden neuartige wirksame Waffen gegen verschiedene wichtige landwirtschaftliche Schädlinge, die mit den bisherigen Mitteln nur schwer zu bekämpfen waren, in die Hand gegeben worden sind. Das stellt zweifellos einen großen Fortschritt dar.

Es erhebt sich nun die Frage nach der Stellung und den weiteren Aussichten der inneren Therapie im Pflanzenschutz. Von Fachleuten, wie Metcalf (140) werden letztere durchaus günstig beurteilt, doch kann es sich natürlich nicht darum handeln, die bisherigen Bekämpfungsverfahren und -mittel, wie z. B. die Kontaktinsektizide, überall durch systemische Insektizide zu ersetzen. Die innere Therapie kann nur in Spezialfällen zur Anwendung kommen, und die systemischen Insektizide müssen als Spezialpräparate betrachtet und gewertet werden. Ein solcher Spezialfall ist aus applikatorischen und ökonomischen Gründen die Blattlausbekämpfung [Unterstenhöfer (197)]. So ist es mit den bisherigen Methoden spritztechnisch vielfach nicht möglich, die teilweise versteckt sitzenden Schädlinge total zu vernichten, so daß aus den wenigen Überlebenden bei der hohen Vermehrungsfähigkeit in kurzer Zeit eine neue Kalamität entstehen kann. Des weiteren befinden sich zur Zeit des stärksten Blattlausauftretens die Pflanzen meistens in aktivem Wachstum, was bei Anwendung von Kontaktinsektiziden häufige Behandlungen notwendig macht, damit die Stellen neuen Wachstums ebenfalls geschützt werden. Aus ökonomischen Gründen muß aber eine totale Vernichtung der vorhandenen Blattlauspopulation und ein längerer Schutz der Pflanzen vor Neubesiedlung erreicht werden, letzteres vor allem im Hinblick auf eine indirekte Bekämpfung der Virosen durch Ausschaltung der Vektoren. Für diesen Spezialfall kommen nur systemische Insektizide im Betracht. Wenn auch gerade auf dem Gebiet der Virosenbekämpfung in letzter Zeit mit innertherapeutischen Insektiziden beachtliche Erfolge erzielt worden sind, so muß doch darauf hingewiesen werden, daß noch keines der neuen Innertherapeutika die endgültige Lösung dieses Problems gebracht hat.

Große Möglichkeiten bieten sich den systemischen Insektiziden in Baumschulen und in der Baumwollkultur, weil hier die Toxizität der Mittel eine geringere Rolle spielt.

In der Baumwollkultur kann sich aber nur dasjenige Innertherapeutikum durchsetzen, das außer Blattläusen und Spinnmilben auch den Kapselkäfer (*Anthonomus grandis*) erfaßt, der im Innern der Fruchtkapseln dem Fraße obliegt und dessen Larve die Blütenknospen ausfrißt. Denn auch hier spielen ökonomische Gründe eine überragende Rolle, so daß es sehr erwünscht wäre, über ein innertherapeutisches Insektizid zu verfügen, das möglichst alle Baumwollschädlinge erfaßt, so daß durch Vereinfachung und Reduktion der Behandlungen auch in arbeitstechnischer Hinsicht Einsparungen gemacht werden könnten.

Wenn auch die heute verfügbaren Innertherapeutika einen großen Fortschritt auf dem Gebiete der inneren Therapie der Pflanze darstellen, so ist aber das „ideale" innertherapeutische Insektizid noch nicht gefunden. Ein solches müßte folgende Anforderungen erfüllen:

1. Blitzartige Initialwirkung, damit die Blattläuse beim Einstich sofort der Giftwirkung erliegen und als Virosenvektoren ausfallen;
2. Lange Dauerwirkung;
3. Möglichst geringe Toxizität für Warmblüter;
4. Weitgehende Unabhängigkeit von abiotischen Faktoren.

Ob es der Chemie jemals gelingen wird, ein solches Mittel hervorzubringen, erscheint heute als sehr fraglich. Wahrscheinlich ist ein solches „Wunderpräparat" aber nicht einmal unbedingt notwendig, denn es zeichnet sich auf dem Gebiet der Innertherapeutika eine ähnliche Entwicklung ab wie früher bei den Kontaktinsektiziden, daß nämlich Spezialpräparate für bestimmte Anwendungsgebiete einem Universalmittel vorgezogen werden [Reynolds (157)].

Zusammenfassung

Im vorliegenden Sammelreferat wird eine Übersicht über die Entwicklung und den heutigen Stand der inneren Therapie der Pflanze gegeben, wobei das Schwergewicht auf die Beschreibung der Mittel gelegt wird, die sich als innertherapeutisch wirksam erwiesen haben. Nach einem einleitenden, kurzen geschichtlichen Abriß wird der Begriff „innertherapeutische Insektizide" genauer definiert. Anschließend werden die Methoden der inneren Therapie beschrieben und die pflanzliche Saftleitung behandelt, die eine der wichtigsten Grundlagen der inneren Therapie darstellt. Im Hauptkapitel erfolgt die Gliederung des Stoffes primär nach chemischen Gesichtspunkten. An Stoffklassen werden Selenverbindungen, organische Fluorverbindungen, organische Phosphorverbindungen und die Urethane behandelt, wobei dem Schradan und Demeton — entsprechend der umfangreichen Literatur, die bereits über diese beiden Präparate existiert — breiterer Raum gewährt ist. In einem speziellen Unterkapitel wird auf die Problematik der Bekämpfung der Virusvektoren im Ackerbau eingegangen und gezeigt, daß im Kartoffelbau durch die Anwendung von innertherapeutischen Insektiziden wohl große Fortschritte erzielt worden sind, aber das Ziel, nämlich die Gewinnung von virusfreiem Saatgut, noch nicht erreicht ist. Dagegen wurden im Rübenbau, wo die Verhältnisse und Voraussetzungen ganz anders sind, bei der Bekämpfung der Vergilbungskrankheit mit systemischen Insektiziden größere Erfolge erzielt. An weiteren Substanzen mit innertherapeutischer Wirkung werden im Abschnitt über organische Phosphor-

Den Herren Dr. Gasser und Dr. Grob der J. R. Geigy AG. spreche ich meinen verbindlichen Dank aus für die Überlassung der Versuchsresultate der Freilandequipe der Abteilung Angewandte Biologie.

verbindungen zwei Versuchspräparate der Shell Chemical Corporation und das Versuchsprodukt Pyrazoxon der J. R. Geigy AG. behandelt, letzteres teilweise auf Grund bisher unpublizierter Versuche. Im Abschnitt über die Urethane wird das Isolan der J. R. Geigy AG. ebenfalls größtenteils an Hand unpublizierter Versuche ausführlich dargestellt. Nach den innertherapeutischen Insektiziden wird noch auf einige Insektizide mit Tiefenwirkung eingegangen. In einem Schlußkapitel werden die weiteren Aussichten, die sich den innertherapeutischen Insektiziden im Pflanzenschutz bieten, kurz umrissen.

Summary

This review gives an outline of the development and of our present state of knowledge in the internal therapy of plants; the paper deals chiefly with such products as have proved to possess a systemic action. After a short historical introduction, the term systemic insecticides is more closely defined. The methods used are discussed and the circulation of the plant sap is studied as being of fundamental importance in the problems of internal therapy. The main part is devoted to the study of the substances from the chemical point of view. The following classes of chemicals are described: selenium compounds, organic fluorine compounds, organic phosphorus compounds and urethanes; much space is given to Schradan and Demeton because very numerous papers have already appeared on these two products. A special subchapter discusses the problems encountered in the control of vectors of virus diseases in agriculture; it is shown that much progress has been made in the culture of potatoes by the use of systemic insecticides but the ultimate goal has not been reached, namely the production of virus-free seed-potatoes. Greater success was obtained however in sugar-beet crops where the conditions are very different, in the control of beet yellows with systemic insecticides. In the chapter dealing with organic phosphorus compounds the author discusses the systemic action of two preparations from the Shell Chemical Corporation and Pyrazoxon, an experimental product from J. R. Geigy S.A., with which tests were made some of which are as yet unpublished. The part on the urethanes gives information on Isolan, a preparation of J. R. Geigy S.A., chiefly gathered from unpublished sources. After systemic insecticides, some data are given on a few insecticides possessing depth action. A last chapter gives speculative considerations on the future development of systemic insecticides in plant protection.

Literaturverzeichnis

1. Ahmed, M. K., Newson, L. D., Roussel, J. S. and Emerson, R. B.: Translocation of Systox in the Cotton Plant. — J. Econ. Ent. **47,** 684 (1954).
2. Aldridge, W. N. and Barnes, J. M.: Some Problems in Assessing the Toxicity of the „Organophosphorus“ Insecticides towards Mammals. — Nature **169,** 345 (1952).
3. Anonym: Report of Cacao Conference held at Grosvenor House London, 11th to 13th September 1951. — Ref. in: Rev. Appl. Myc. **31,** 424 (1952).
4. — Systemic Insecticides and Swollen Shoot Disease of Cacao. — Nature **169,** 536 (1952).
5. — New Systemics. — J. Agr. Food Chem. **1,** 591 (1953).
6. — Anticholinesterases. — Nature **172,** 841 (1953).
7. — 2 Phosphate Toxicants Show Systemic Action. — Agri. Chem. **8,** No. 9, 119 (1953).
8. Anthon, E. W.: New Insecticides, Including Systemic Insecticides, for Control of Black Cherry Aphids. — J. Econ. Ent. **44,** 1012 (1951).

9. Arenz, B. und Schröppel, H.: Über die Auswirkung einer Cyanamidernährung von Kartoffelpflanzen auf den Besatz mit Kartoffelkäferlarven. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **59,** 334 (1952).
10. Ashdown, D. and Cordner, H. B.: Some Effects on Insect Control and Plant Response of a Systemic Insecticide Applied as a Spray, a Seed Treatment, or a Soil Treatment. — J. Econ. Ent. **45,** 302 (1952).
11. Bachmann, F.: Diazinon, ein neuer Phosphorsäureester. — Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **63,** 36 (1954).
12. Balachowsky, M.: La lutte contre les Insectes. — 1951 Payot.
12a. Batt, R. F., Bennett, S. H. and Thomas, W. D. E: The Absorption, Translocation and Breakdown of Schradan Applied to Leaves, Using ^{32}P-Labelled Material. I. Experimental Techniques. — Ann. Appl. Biol. **41,** 475 (1954).
13. Bawden, F. C.: Plant pathology department. — Rep. Rothamst. exp. Sta. Harpenden, 1949, pp. 59 64, 1950. — Ref. in: Rev. Appl. Myc. 30, 305 (1951).
14. Bell, A. F.: Report of the Division of Entomology and Pathology. — 41st Rep. Bur. Sug. Exp. Stas. Qd. **19,** 1941. — Ref. in; Rev. Appl. Ent. Ser. A 30; 509 (1942).
15. Bennett, S. H., Martin, H., Stringer, H. and Woodcock, D.: The qualitative examination of insecticidal properties — Progress report, 1948. — Ann. Rep. Long Ashton Res. Sta., Bristol, 138.
16. Bennett, S. H. and Martin, H.: The qualitative Examination of Insecticidal Properties — Progress report 1947. — Rep. agric. Res. Sta. Bristol, 147. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A **37,** 482 (1949).
17. Bennett, S. H.: Preliminary Experiments with Systemic Insecticides. — Ann. Appl. Biol. **36,** 160 (1949).
18. Bennett, S. H. and Thomas, W. D. E.: The Absorption, Translocation and Breakdown of Schradan Applied to Leaves, Using ^{32}P-Labelled Material. II. Evaporation and Absorption. — Ann. Appl. Biol. **41,** 484 (1954).
19. Bidstrup, P. L., Bonnell, J. A. and Beckett, A. G.: Paralysis Following Poisoning by a New Organic Phosphorus Insecticide (MIPAFOX)-Report on two Cases. — Brit. Med. J. **5,** 1068 (1953).
20. Bollow: Innertherapeutische Bekämpfung von schädlichen Gallmücken- und Fliegenlarven im Getreide- und Grassamenbau. — Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **80,** 88 (1954).
21. Bond, J. A. B.: Trunk Absorption of a Systemic Chemical by Coffee.— Bull. Ent. Res. **44,** 97 (1953).
22. Bonnemaison, L.: Essais Préliminaires sur les Insecticides Télétoxiques ou „Systémiques". — Rev. Path. Vég. Entom. Agr. Fr. **30,** 1 (1951).
23. Borgmann, W.: Hygienische Gesichtspunkte bei der Anwendung von Systox.— Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **80,** 64 (1954).
24. Bosse, H. C.: Versuche mit einem neuartigen Schädlingsbekämpfungsmittel im Gartenbau. — Höfchen-Briefe **5,** 81 (1952).
25. Bovey, P. et Savary, A.: Les esters phosphoriques dans la lutte contre les insectes et les acariens nuisibles. — Rev. romande agric. vitic. **5,** 1 (1949).
26. Bramstedt, F.: Über die Verdauungsphysiologie der Aphiden. — Z. f. Naturforschung **3b,** 14 (1948).
27. Brooks, F. T.: J. agric. Sci. **5,** 288 (1913).
28. Brooks, F. T. and Bailey, M. A.: J. agric. Sci. **9,** 189 (1919).
29. Carter, W.: Organic Phosphates as Systemic Insecticides on Pineapple Plants. — J. Econ. Ent. **45,** 981 (1952).
30. Casida, J. E., Chapman, R. K. and Allen, T. C.: Relation of Absorption and Metabolism of Octamethylpyrophosphoramide by Pea Plants to Available Phosphorus. — J. Econ. Ent. **45,** 568 (1952).
31. Casida, J. E. and Stahmann, M. A.: Metabolism and Mode of Action of Schradan. — J. Agr. Food Chem. **1,** 883 (1953).
32. Casida, J. E., Chapman, R. K., Stahmann, M. A. and Allen, T. C.: Metabolism of Schradan by Plants and Insects to a Toxic Phosphoramide Oxide. — J. Econ. Ent. **47,** 64 (1954).
33. Chao-Seng-Tsi: Protection against Aphids by Seed Treatment. — Nature **166,** 909 (1950).
34. Corey, R. A., Dorman, S. C., Glover, L. C. and Whetstone, R. R.: Diethyl 2-chlorovinyl Phosphate and Dimethyl 1-carbomethoxy-1-propen-2-yl Phosphate. - Two New Systemic Phosphorus Pesticides. — Science **118,** 28 (1953).

35. Corey, R. A., Dorman, S. C., Hall, W. E. and Glover, L. C.: Translocation Studies with two New Phosphate Insecticides. — J. Econ. Ent. **46**, 386 (1953).
35a. Dame, F. u. Goossen, H.: Erfolgreiche Maßnahmen gegen die Vergilbungskrankheit der Rüben durch Bekämpfung der virusübertragenden Blattläuse mit „Systox". — Höfchen-Briefe **7**, 78 (1954).
36. Davich, T. B. and Apple, J. W.: Pea Aphid Control with Contact and Systemic Insecticidal Sprays. — J. Econ. Ent. **44**, 528 (1951).
37. David, W. A. L. and Kilby, B. A.: Preparation and Insecticidal Action of Bis-(bis-dimethylamino)-phosphonous anhydride. — Nature **164**, 522 (1949).
38. David, W. A. L.: Sodium Fluoroacetate as a Systemic and Contact Insecticide. — Nature **165**, 493 (1950).
39. — — Insecticidal Action of Radioactive Bis-(bis-dimethylamino)-phosphonous anhydride. — Nature **166**, 72 (1950).
40. David, W. and Gardiner, B.: Investigations on the systemic insecticidal action of sodium fluoroacetate and of three phosphorus compounds on Aphis fabae Scop. — Ann. Appl. Biol. **38**, 91 (1951).
41. David, W. A. L.: Insecticidal-action studies with bisdimethylaminophosphonous anhydride containing ^{32}phosphorus. — Ann. Appl. Biol. **38**, 508 (1951).
42. — — Insecticidal-Action Studies with Bis-dimethylamino Fluorophosphine Oxide Containing ^{32}Phosphorus. — Ann. Appl. Biol. **39**, 203 (1952).
43. David, W. A. L. and Gardiner, B. O. C.: Systemic Insecticidal Action of Nicotine and Certain other Organic Bases. — Ann. Appl. Biol. **40**, 91 (1953).
44. — — The Systemic Insecticidal Action of Sodium Fluoroacetate and of Three Phosphorus Compounds on the Eggs and Larvae of *Pieris brassicae* L. — Ann. Appl. Biol. **40**, 403 (1953).
45. — — The systemic insecticidal action of certain compounds of fluorine and of phosphorus on *Phaedon cochleariae* Fab. — Ann. Appl. Biol. **41**, 261 (1954).
46. Davis, D. W. and Sessions, A. C.: On the Systemic Action of Systox on Cotton. — J. Econ. Ent. **46**, 526 (1953).
46a. de Pietri-Tonelli u. March, R. B.: Relation of the Activation of Schradan in Plant Tissues to its Toxicity to Insects and Mites. — J. Econ. Ent **47**. 902 (1954).
47. Dean, E. P. and Newcomer, E. J.: Further Studies of Orchard Acaricides. — J. Econ. Ent. **45**, 1038 (1952).
48. Dementjev, A.: Internal therapy of plants. — Russ. Journ. Exp. Landw. **15**, 184, 1914. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A **3**, 394 (1915).
49. Dominick, C. B.: Insecticide Tests for Tobacco Flea Beetle Control. — J. Econ. Ent. **47**, 346 (1954).
50. Dosse, G.: Die Gewächshausspinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch *forma dianthica* und ihre Bekämpfung. — Höfchen-Briefe **5**, 238 (1952).
51. — —: Über Bekämpfungsmöglichkeiten einiger Spinnmilbenarten mit verschiedenen Akariziden. — Anz. Schädlingskunde **27**, 65 (1954).
52. Dowdy, A. C. and Sleesman, J. P.: Systemic Poisons on Vegetable Crops. — J. Econ. Ent. **45**, 640 (1952).
53. DuBois, K. P., Doull, J. and Coon, J. M.: Studies on the toxicity and pharmacological action of octamethyl pyrophosphoramide (OMPA, Pestox III).— J. Pharm. Exper. Therap. **99**, 376–393 (1950).
54. Duspiva F.: Über die Wirkung einiger organischer Phosphorsäureverbindungen mit insektiziden Eigenschaften auf die Cholinesterase. — Mitt. Biol. Zentralanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem **70**, 91 (1951).
55. Eaton, J. K.: Insecticidal Properties of Certain Organo-Phosphorus Compounds. — Nature **163**, 496 (1949).
56. Ehrenhardt, H.: Über die Wirkung des Hexachlorcyclohexans als systemisches Insektizid. — Anz. f. Schädlingskunde **27**, 1 (1954).
57. English, L. L.: Sodium Selenate Soil Treatments for Chrysanthemum and Carnation Pests. — J. Econ. Ent. **44**, 208 (1951).
58. Ernould, L.: La lutte contre la jaunisse par l'anhydride bis-bis diméthyl amino phosphorique. Résultats d'essais préliminaires sur un champ de Betterave sucrière en 1950. — Publ. Inst. belge Amélior. Better. **19**, 179, 1951. — Ref. in: Z. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **59**, 373 (1952).
59. — — Lutte contre la Jaunisse de la Betterave. Etude de l'action d'insecticides „systémiques" en champs d'essais, au cours des années 1951 et 1952. — Publ. Techn. de l'I. B. A. B. **2**, 41–68, 1953. — Ref. in: Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **61**, 453 (1954).

60. Farrar, M. D.: The Use of Sodium Selenate on Greenhouse Bench Soil for the Control of Plant Pests. — Compte-Rendu Premier Congrès International de Phytopharmacie, 416, Heverlee (1946).

61. Ferguson, G. R. and Alexander, C. C.: Heterocyclic Carbamates Having Systemic Insecticidal Action. — J. Agr. Food Chem. **1,** 888 (1953).

62. Fjelddalen, J.: Systemic Insecticides Control of Pests on Fruit Trees, Small Fruits and Ornamentals. — Norwegian Plant Protection Institute Bulletin No. 8 (1953).

63. Fletcher, F. W.: Advantages and Future of Systemic Insecticides. Proc. Sixth Annual Meeting North Central States Branch American Ass. Econ. Entomologists Toledo 10, 1951.

64. Frohberger, E.: Untersuchungen über das Verhalten des Insektizids Diäthyl-p-nitrophenyl-thiophosphat (E 605) auf und in der Pflanze. — Höfchen-Briefe **2,** No. 2, 10 (1949).

65. Fuchs, W. H. und Kunz, H. D.: Über die innertherapeutische Wirkung von Cyanamid.— Naturwiss. **41,** 20 (1954).

66. Fuller, G.: Selenium Compounds in Greenhouse Pest Control. — Compte-Rendu Premier Congrès International de Phytopharmacie, 411, Heverlee (1946).

67. Fulton, R. A. and Mason, H. C.: The Adsorption-absorption and Translocation of Derris Constituents in Bean Plants. — Science **85,** 2202, 1937. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A **25,** 287 (1937).

68. Gäumann, E.: Pflanzliche Infektionslehre. — Birkhäuser-Verlag, Basel, 571, 1946.

69. Gaines, J. C., Pfrimmer, T. R., Merkl, M. E. and Fuller, F. M. Insecticidal Control of Thrips on Cotton. — J. Econ. Ent. **45,** 790 (1952).

70. Gardiner, J. E. and Kilby, B. A.: Biochemistry of Organic Phosphorus Insecticides. I. The Mammalian Metabolism of Bis (Dimethylamino) Phosphonous Anhydride. (Schradan). — Biochem. J. **51,** 78 (1952).

71. Gasser, R.: Untersuchungen über selektive Insektizide mit Tiefenwirkung. — Trans. Ninth Int. Congr. Ent. **1,** 1037 (1952).

72. — — Über das Verhalten von selektiven Insektiziden mit Tiefenwirkung in der Pflanze. — Ber. Schweiz. Bot. Ges. **62,** 66 (1952).

73. — — Expériences sur la lutte contre les Araignées rouges avec de nouveaux acaricides. — 3e Congrès International de Phytopharmacie, Paris, Septembre 1952.

74. — — Über ein neues Insektizid mit breitem Wirkungsspektrum. — Z. Naturforschg. **8b,** 225 (1953).

75. Gast, A.: Le Développement des Insecticides Systémiques et les Resultats de Nouveaux Produits d'Essai à Base d'Uréthanes et d'Ester Phosphoriques. — C. r. Congr. Pomologique de France, Alger, **83,** 177 (1952).

76. Geary, R. J.: Development of Organic Phosphates as Systemic Insecticides. — J. Agr. Food Chem. **1,** 880 (1953).

77. Giang, P. A.: A Bibliography of Systemic Insecticides. U.S. Dep. Agriculture. — Agricultural Research Service. Entomology Research Branch E-874, March 1954.

78. Götz, B.: Die Bekämpfung der Gallicolen von *Phylloxera vitifolii* Fitch. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **59,** 189 (1952).

79. Granger, M. M. and Leiby, R. W.: How Plants Absorb Parathion. Agri. Chem. **4,** 2, 34, 79 (1949).

80. Gregory, L., Futch, E. D. and Stone, T. C.: Octamethyl Pyrophosphoramide in the Therapy of *Myasthenia Gravis.* — Am. Journ. Med. **13,** 423–427 (1952).

81. Gris, L.: De l'action des composés ferrugineux sur la végétation. — Paris 1843.

82. Gris, A.: Annales Sc. Nat. 6. ser. VII, 201 (1857).

83. Grob, H.: Freiland-Versuche und -Erfahrungen mit selektiven Insektiziden mit Tiefenwirkung. — Trans. Ninth. Int. Congr. Ent. **1,** 1042 (1952).

84. — — Expériences sur la lutte contre les aphides avec de nouvelles substances à base d'uréthanes et d'esters phosphoriques. — 3e Congrès International de Phytopharmacie, Paris, Septembre 1952.

85. Günthart, E.: Über die insektizide Wirkung eines Benzolhexachlorid-Präparates. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **18,** 648 (1945).

86. — — Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung von *Ceutorrhynchus quadridens* Panz. und *Ceutorrhynchus napi* Gyll. mit Beobachtungen an weiteren Kohl- und Rapsschädlingen. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **22**, 441 (1949).
87. Gysin, H.: Un nouveau groupe de substances à activité insecticide. — 3e Congrès International de Phytopharmacie, Paris 1952.
88. — — Über einige neue Insektizide. — Chimia **8**, 205 (1954).
89. Häfliger, E.: Neue Beiträge zur Bekämpfung der Kirschenfliege (*Rhagoletis cerasi* L.). — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **60**, 246 (1953).
90. Hahmann, K. und Müller, W. K.: Zum Auftreten und zur Bekämpfung der Erdbeermilbe. 2. Beitrag. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig) **4**, 33 (1952).
91. Hamilton, D. W. and Summerland, S. A.: Distribution and Control of Forbes Scale in the Midwest. — J. Econ. Ent. **46**, 494 (1953).
92. Hanna, A. D., Heatherington, W. and Judenko, E.: Control of the Mealybug Vectors of the Swollen Shoot Virus by a Systemic Insecticide. — Nature **169**, 334 (1952).
92a. Hanna, A. D. and Nicol, J.: Application of a Systemic Insecticide by Trunk Implantation to Control a Mealybug Vector of the Cacao Swollen Shoot Virus. — Nature **173**, 730 (1954).
93. Hartley, G. S. and Heath, D. F.: Decomposition of Radioactive Octamethylpyrophosphoramide in Living Plants. — Nature **167**, 816 (1951).
94. Hartley, G. S., Heath, D. F., Hueme, J. M., Pound, D. W. und Whittaker, M.: Untersuchungen über Octamethylpyrophosphorsäureamid (Schradan). Zusammensetzung und Untersuchung. — J. Sci. Food Agric. **2**, 303 (1951). — Ref. in: Chem. Zbl. **123**, 2244 (1952).
95. Heath, D. F.: The Composition of Systox and the Behaviour of this Insecticide in the living Plant. — Pest Control Ltd., Cambridge 1953.
96. Heinze, K.: Der Einfluß gefäßleitbarer Bekämpfungsmittel auf die Übertragung pflanzlicher Viruskrankheiten durch Blattläuse. — Mitt. Biol. Bundesanstalt Land-Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **80**, 81 (1954).
97. Hiltner, L.: Über die Kalkempfindlichkeit verschiedener Lupinen und anderer Pflanzenarten. — Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **13**, 54 (1915).
98. Hirschmann, H.: „Systox" zur Bekämpfung von Blattälchen. — Höfchen-Briefe **6**, 90 (1953).
99. Hofferbert, W. und Orth, H.: Ein Vorschlag zur inneren Therapie der Kartoffelpflanze gegen die Pfirsichblattlaus mit Hilfe von E 605 f. — Die Kartoffelwirtschaft **1**, 31, 1948. — Ref. in: Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **56**, 70 (1949).
100. — — Weitere Versuche zur inneren Therapie der Kartoffelpflanze gegen die Pfirsichblattlaus. — Höfchen-Briefe **5**, 10 (1952).
101. Hofmann, D. and Siedeck, H.: Distribution and fate of Schradan (bis-dimethyl-aminophosphonous anhydride) in mammals, using a radioactive compound. — Arch. int. pharmacodyn. **89**, 74 (1952).
102. Hofmaster, R. N. and Greenwood, D. E.: Control of Mites on Strawberries in Virginia. — J. Econ. Ent. **46**, 224 (1953).
103. Huber, B.: Vergleichende Betrachtung der pflanzlichen Saftströme. — Naturwiss. **40**, 180 (1953).
104. Huckett, H. C.: Tests of Acaricides for Control of the Two-Spotted Spider Mite on Lima Beans on Long Island. — J. Econ. Ent. **44**, 192 (1951).
105. Hurd-Karrer, A. M. and Poos, F. W.: Toxicity of Selenium-containing Plants to Aphids. — Science **84**, 252, 1936. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A **24**, 768 (1936).
106. Ivy E. E., Iglinsky, Wm. and Rainwater, C. F.: Translocation of Octamethyl Pyrophosphoramide by the Cotton Plant and Toxicity of Treated Plants to Cotton Insects and a Spider Mite. — J. Econ. Ent. **43**, 620 (1950).
107. Ivy, E. E.: Testing Systemic Insecticides. — Agri. Chem. **7**, No. 11, 44 (1952).
108. — — Chemical Characteristics of Phosphorus Compounds to kill Aphids and Spider Mites by Systemic Action. — Agri. Chem. **8**, No. 4, 47 (1953).
109. Jancke, O.: Beiträge zur innertherapeutischen Schädlingsbekämpfung III. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **58**, 179 (1951).
110. — — Beiträge zur innertherapeutischen Schädlingsbekämpfung. IV. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **6**, 38 (1954).

111. Jefferson, R. N.: Octamethylpyrophosphoramide and a Trialkyl Thiophosphate for Control of Aphids on *Centaurèa cyànus*. — J. Econ. Ent. **44**, 1021 (1951).
112. Jenkinson, J. G. and Jones, G. D. S.: Control of Cauliflower Mosaic Virus. — Nature **168**, 336 (1951).
113. Jeppson, R. L., Jesser, M. J. and Complin, J. O.: Tree Trunk Application as a Possible Method of Using Systemic Insecticides on Citrus. — J. Econ. Ent. **45**, 669 (1952).
114. Jeppson, R. L.: Entomological Aspects of Systemic Insecticides. — J. Agr. Food Chem. **1**, 830 (1953).
115. Jeppson, R. L., Jesser, M. J. and Complin, J. O.: Seasonal Weather Influence on Efficiency of Systox Applications for Control of Mites on Lemons in Southern California. — J. Econ. Ent. **47**, 520 (1954).
116. Johnston, H. G.: Systemic Insecticides. — National Agricultural Chemicals Assoc. Spring Meeting-New Orleans, Louisiana, March 13, 1953.
117. Jones, G. D. G. and Thomas, W. D. E.: Contamination of Nectar with the Systemic Insecticide „Schradan". — Nature **171**, 263 (1953).
118. — — Experiments on the possible contamination of honey with schradan. — Ann. Appl. Biol. **40**, 546 (1953).
119. Kilby, B. A.: The Biochemistry of Schradan. — Chem. Ind. 856 (1953).
120. Klostermeyer, E. C.: Entomological Aspects of the Potato Leaf Roll Problem in Central Washington. — Washington Agricultural Experiment Stations Technical Bulletin No. 9, March 1953.
121. Kocher, C. Roth, W und Treboux, J.: Die Bekämpfung resistenter Stubenfliegen (*Musca domestica* L). mit Diazinon. Anz. Schädlingskunde **26**, 65 (1953).
122. Kramm, E.: Die Tiefenwirkung einiger Kontaktinsektizide im pflanzlichen Gewebe. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **60**, 20 (1953).
123. Kunz. H. D.: Über die innertherapeutische insektizide Wirkung des Cyanamids. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **61**, 481 (1954).
124. Langenbuch, R.: Über das Eindringvermögen des Hexachlorcyclohexans in das Kartoffelblatt. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. **3**, Nr. 8, 118 (1951).
125. Lehman, A. J.: Chemicals in Foods: A Report to the Association of Food and Drug Officials on Current Developments. II. Pesticides. — Ass. Food Drug Off. U.S. **15**, 122 (1951).
126. Leukel, R. W.: Selenized Soil as a Control for Aphids and Red Spiders on Sorghum in the Greenhouse. — Phytopathology **30**, 374, 1940. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A **29**, 165 (1941).
126a. Lienk, S. E. und Chapman, P. J.: Evaluation of Acaricides on Orchard Mites in 1952. — J. Econ. Ent. **46**, 1085 (1953).
127. Lochner, E. H. W.: Preliminary Experiments with systemic Insecticides for the Control of the Cabbage Aphid (*Brevicoryne brassicae* Linn.). — Sci. Bull. Dep. Agric. S. Afr. No. 333, 14 pp, 1952. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A, **42**, 119 (1954).
128. Lockau, S., Lüdicke, M. und Weygand, F.: Darstellung von radioaktivem Diäthyl-p-nitrophenylmonothiophosphat und Beispiele seiner biologischen Anwendung. — Naturwiss. **38**, 350 (1951).
129. Lockau, S. und Lüdicke, M.: Die Darstellung von radioaktivem P^{32}-0,0-Diäthyl-0,p-nitrophenylmonothiophosphat, seine Aufnahme und Weiterleitung im Insektenkörper. — Z. Naturforschg. **7b**, 389 (1952).
130. Lüdicke, M.: Weitere Untersuchungen über das Eindringungsvermögen des Insektizids E 605 in lebende pflanzliche Gewebe. — Anz. f. Schädlingskunde **22**, 58 (1949).
131. — — Über das Eindringungsvermögen des Insektizids E 605 f in lebende pflanzliche Gewebe. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **56**, 31 (1949).
132. — — Über das Verhalten von radioaktivem 0,0-Diäthyl-0, p-nitrophenylmonothiophosphat auf der Pflanze. - Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **59**, 451 (1952).
133. Lusis, E.: Über die Wirkung von „Systox" auf *Drosophila melanogaster* Mg. — Höfchen-Briefe **5**, 225 (1952).
134. March, R. B., Metcalf, R. L. and Fukuto, T. R.: Paper Chromatography of the Systemic Insecticides, Demeton and Schradan. — J. Agr. Food Chem. **2**, 732 (1954).

135. Martin, H. and Shaw, H.: BIOS Final Report No. 1095 (1946).
136. Martin, H.: The Scientific Principles of Plant Protection. — Edward Arnold, London, 1948.
137. — — The Insecticidal Properties of Certain Organo-Phosphorus Compounds. — Ann. Appl. Biol. **36**, 153 (1949).
138. Metcalf, R. L. and March, R. B.: Studies of the Mode of Action of Parathion and its Derivatives and their Toxicity to Insects. — J. Econ. Ent. **42**, 721 (1949).
139. — — Behaviour of Octamethyl Pyrophosphoramide' in Citrus Plants. — J. Econ. Ent. **45**, 988 (1952).
140. Metcalf, R. L.: The Outlook for Systemic Insecticides is very Promising. — J. Agr. Food Chem. **1**, 766 (1953).
141. — — Radiotracers in study of Systemic Insecticides. — Agri. Chem. **9**, No. 3, 33 (1954).
142. Morris, V. H., Neiswander, C. R. and Sayre, J. D.: Toxicity of Selenium-containing Plants as a Means of Control for Red Spiders. — Plant. Physiol. **16**, 197, 1941. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A **29**, 275 (1941).
143. Morse, M. S., Kodama, J. K. and Hine, C. H.: Cholinesterase-Inhibiting Properties ot Two Vinyl-Substituted Phosphates. — Proc. Soc. Exper. Biol. Med. **83**, 765 (1953).
144. Mühlmann, H.: Zur Bekämpfung der Roten Spinne im rheinhessischen Weinbau. — Höfchen-Briefe **6**, 73 (1953).
145. Müller, A.: Die innere Therapie der Pflanzen. — Paul Parey, Berlin, 1926.
146. Münster, J. et Murbach, R.: L'application d'insecticides contre les pucerons vecteurs des viroses de la pomme de terre peut-elle garantir la production de plants de qualité? — Rev. rom. agri. viticult. 8, 41 (1952).
147. Neiswander, C. R. and Morris, V. H.: Introduction of Selenium into Plant Tissues as a Toxicant for Insects and Mites. — J. Econ. Ent. **33**, 517 (1940).
148. Newcomer, E. J. and Dean, F. P.: Control of Orchard Mites Resistant to Parathion. — J. Econ. Ent. **46**, 894 (1953).
149. Nicol, J.: Systemic Insecticides and the Mealybug Vectors of Swollen-Shoot Virus of Cacao. — Nature **169**, 120 (1952).
150. — — Action of Systemic Insecticides on the Psyllid *Phytolyma lata*. — Nature **173**, 36 (1954).
151. Nolan, K. and Wilcoxon, F.: Method of Bioassay for Traces of Parathion in Plant Material. — Agri. Chem. **5**, No. 1, 53 (1950).
152. O'Brien, R. D. and Spencer, E. Y.: Metabolism of Octamethylpyrophosphoramide by Insects. — J. Agr. Food. Chem. **1**, 946 (1953).
153. Questel, D. D. and Connin, R. V.: A Chemical Treatment of Soil which produces Plant Tissue lethal to European Corn Borer. — J. Econ. Ent. **40**, 914 (1947).
154. Questel, D. D. and Bradley, W.: Mortality of Aphids and European Corn Borers Feeding on Corn Plants Grown in Soil Treated with Bis [2-(2-fluoroethoxy)ethoxy]methane. — J. Econ. Ent. **44**, 259 (1951).
155. Reich, H.: Die Wirkung von Metasystox — einem weniger giftigen systemischen Insektizid — auf Sägewespe, Rote Spinne und Blattläuse in den Versuchen 1953. — Mitt. Obstbauversuchsring Altes Land **9**, 163, 1954. — Ref. in: Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **61**, 430 (1954).
156. Reynolds, H. T., Anderson, L. D. and Swift, J. E.: Tests with two Systemic Insecticides on Vegetable and Field Crops in Southern California. — J. Econ. Ent. **46**, 555 (1953).
157. Reynolds, H. T.: Entomological aspects of systemic pesticides. — Agri. Chem. **9**, No. 7, 28 (1954).
158. Rider, J. A., Ellinwood, L. E. and Coon, J. M.: Production of tolerance in the rat to Octamethyl pyrophosphoramide (OMPA). — Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **81**, 455 (1952).
159. Rider, J. A., Schulman, S., Richter, R. B. and Moeller, H. C.: Treatment of *Myasthenia gravis* with octamethyl pyrophosphoramide. — J. A. M. A. **145**, 967 (1951).
160. Ripper, W. E., Greenslade, R. M. and Lickerish, L. A.: Combined Chemical and Biological Control of Insects by Means of a Systemic Insecticide. — Nature **163**, 787 (1949).
161. Ripper, W. E., Greenslade, R. M. and Hartley, G. S.: A new systemic insecticide Bis (bis dimethylamino phosphonous) anhydride. — Bull. Ent. Res. **40**, 481 (1950).

162. Ripper, W.: Selective Insecticides and Biological Control. — J. Econ. Ent. **44,** 448 (1951).
163. Ripper, W. E.: Systemic Insecticides. — 3e Congrès International de Phytopharmacie **1,** 171 (1953).
164. Roark, R. C.: Feeding Chemicals to Plants and Animals for Pest Control. — J. Econ. Ent. **39,** 35, 1946. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A **35,** 175 (1947).
165. Rönnebeck, W.: Weitere Beiträge zur Bekämpfung von *Myzodes persicae* Sulzer als Virusüberträger im Kartoffelfeld. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **59,** 13 (1952).
166. — — Erfolgsaussichten der chemischen Bekämpfung von Virusüberträgern im Kartoffelfeld. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **61,** 113–129, 184–196 (1954).
167. Salzmann, R., Schmidhauser, P. und Meier, W.: Kann die Ausbreitung der Viruskrankheiten der Kartoffel auf dem Feld durch Bekämpfung der Blattläuse verhindert werden? — Mitt. Schweiz. Landwirtschaft **1,** 97 (1953).
168. Sandford, F.: Science **40,** 519 (1914).
169. — —Science **41,** 213 (1915).
170. Schmidt, E.: Bekämpfung der Pfirsichblattlaus in Kartoffelbeständen. — Höfchen-Briefe **5,** 75 (1952).
171. Schneider, F.: Parathion, ein neues Insektizid für den Obstbau. — Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau **58,** 33 (1949).
172. Schrader, G.: Die Entwicklung neuer Insektizide auf Grundlage organischer Fluor- und Phosphor-Verbindungen. — 2. erweiterte Auflage. Monographien zu „Angewandte Chemie" und „Chemie-Ingenieur-Technik" Nr. 62, 1952.
173. — — Die Entwicklung systemischer Insektizide auf Grundlage organischer Phosphorverbindungen. — Höfchen-Briefe **5,** 161 (1952).
174. Sellke, K.: Über die Tiefenwirkung der modernen Insektenbekämpfungsmittel. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. **4,** 221 (1950).
175. Sherrer, J. D. and Arant, F. S.: Effect of Certain Systemic Compounds on Southern Red Mite Infesting Camellias. — J. Econ. Ent. **46,** 1116 (1953).
176. Smith, F. F. and Clifford, P. A.: Translocation of Parathion from Foliage Applications. — J. Econ. Ent. **43,** 708 (1950).
177. Spencer, E. Y. and O'Brien, R. D.: Enhancement of Anticholinesterase Activity in Octamethylpyrophosphoramide by Chlorine. — J. Agr. Food. Chem. **1,** 716 (1953).
178. Speyer, E. R.: Animal Pests. — Rep. exp. Sta. Cheshunt **26,** 49, 1941. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A **30,** 273 (1942).
179. Speyer, E. R. Parr, W. J. and Read, W. H.: Animal Pests. — 27th Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt 1941. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A **31,** 176 (1943).
180. Starker, Ch.: Problems of Insect Pest Control Discussed as Pacific Slope AAEE Meets. — Agri. Chem. **7,** No. 8, 41 (1952).
181. Starnes, O.: Absorption and Translocation of Insecticides through the Root System of Plants. — J. Econ. Ent. **43,** 338 (1950).
182. Stellwaag, F.: Pflanzenimpfung (Innere Therapie) und Assimilation. — Anz. f. Schädlingsk. **19,** 59 (1953).
183. Steudel, W. Zur Frage der Bekämpfung der Vergilbungskrankheit der Beta-Rüben durch Überträgerabtötung mit chemischen Mitteln. I. Die Wirkung des Präparates „Systox" auf die Blattlauspopulation der Beta-Rüben. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **59,** 418 (1952).
184. — — Wo stehen wir heute hinsichtlich der Erforschung und Bekämpfung der Vergilbungskrankheiten der Zuckerrüben? — Gesunde Pflanzen **5,** 189, (1953).
185. — — Dreijährige Erfahrungen zur Bekämpfung der Vergilbungskrankheit mit innertherapeutischen Mitteln. — Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **80,** 72 (1954).
186. Swenson, K. G., Davis, A. C. and Schroeder, W. T.: Reduction of Pea Virus Spread by Insecticide Applications. — J. Econ. Ent. **47,** 490 (1954).
187. Thayer C. L. et al.: Department of Floriculture. — Bull. Mass. agric. exp. Sta. No. 436, **44,** 1946. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A **37,** 480 (1949).
188. Thénard, M. J.: Insecticides et Acaricides Systémiques. — C. r. Congr. Pomologique de France, Alger, **83,** 167 (1952).
189. Thiem, E.: Eigenschaften und Wirkungsweise des Hexachlorcyclohexans. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. **5,** 24 (1951).
190. Thomas, W. D. E. and Bennett, S. H.: The Absorption, Translocation and Breakdown of Schradan Applied to Leaves, Using ^{32}P-Labelled Material. III. Translocation and Breakdown. — Ann. Appl.. Biol. **41,** 501 (1954).

191. Tietz, H.: Der mit ^{32}P markierte Diäthylthionophosphorsäureester des β-Oxyäthyl-thioäthyläthers (Wirkstoff des systemischen Insektizides „Systox"), seine Aufnahme in die höhere Pflanze und sein Wanderungsvermögen. — Höfchen-Briefe **7**, Nr. 1, 1 (1954).
192. Trappmann, W.: Schädlingsbekämpfung. Chemie und Technik der Gegenwart. — Verlag S. Hirzel, Leipzig, 1927.
193. Unterstenhöfer, G.: E 605 als Insektizid im Obstbau. — Höfchen-Briefe **1**, Nr. 1, 20 (1948).
194. — — Über den gegenwärtigen Stand der inneren Therapie der Pflanze. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **57**, 272 (1950).
195. — — Neue Entwicklungsmöglichkeit in der Blattlausbekämpfung mit chemischen Mitteln. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **58**, 268 (1951).
196. — — Freilandversuche mit dem systemischen Insektizid „Systox" gegen die Schwarze Bohnenlaus (*Doralis fabae* Scop.) an Ackerbohne (*Vicia faba* L.). — Höfchen-Briefe **6**, 121 (1953).
197. — — Organische Phosphorverbindungen und ihre Bedeutung für die Schädlingsbekämpfung. — Schädlingsbekämpfung **45**, 73 (1953).
198. — — Probleme und Aussichten der inneren Therapie bei Pflanzen. — Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem **80**, 51 (1954).
199. — — Über die Grundelemente der Inneren Therapie der Pflanze. — Anz. Schädlingskunde **27**, 134 (1954).
199a. — — Freilandversuche mit „Systox" zur Bekämpfung der Obstbaumspinnmilbe *Paratetranychus pilosus* Can. et Franz. — Höfchen-Briefe **7**, 67 (1954).
200. Vaniev, A. D.: An Experiment on the Control of agricultural Pests by Means of an Insecticide that penetrates into the Tissues of Plants. — Dokl. vsesoyuz. Akad. sel.-khoz. Nauk. Lenina **16**, No. 3, 43, 3 refs., 1951. — Ref. in: Rev. Appl. Ent. Ser. A **41**, 100 (1953).
200a. Waeckers, R. W.: Untersuchungen über die pflanzenphysiologische Wirksamkeit des systemischen Insektizids „Systox". — Höfchen-Briefe **7**, 101 (1954).
201. Wallace, P.: Octamethylpyrophosphoramide. — J. Econ. Ent. **44**, 224 (1951).
201a. Walrave, J.: Experiments with Systemic Insecticides I. — Separatum aus Tijdschrift over Plantenziekten **60**, 93 (1954).
202. Way, M. J., Smith, P. M. and Potter, C.: Studies on the Bean Aphid (*Aphis fabae* Scop.) and its Control on Field Beans. — Ann. Appl. Biol. **41**, 117 (1954).
203. Weaver, N.: Toxicity of Organic Insecticides to Honey Bees: Contact Spray and Field Tests. — J. Econ. Ent. **44**, 393 (1951).
204. Wedding, R. T. and Metcalf, R. L.: Translocation of Radioactive Octamethyl Pyrophosphoramide in Black Valentine Bean Plants. — Bot. Gaz. **114**, 180 (1952).
205. Wedding, R. T.: Plant Physiological Aspects of the Use of Systemic Insecticides. — J. Agr. Food Chem. **1**, 832 (1953).
206. Weintraub, R. L. and Brown, J. W.: Plant Physiol. **25**, 140 (1950).
207. Wene, G. P. and White, A. N.: Toxicity of New Insecticides to Cabbage Aphids. — J. Econ. Ent. **45**, 118 (1952).
208. Wenzl, H. und Krexner, R.: Versuche zur Bekämpfung der Vergilbungskrankheit der Rübe. — Pflanzenschutzberichte **12**, 105 (1954).
209. Wiesmann, R., Gasser, R., und Grob, H.: Über ein neuartiges, selektives Aphizid mit Tiefenwirkung. — Exper. **7**, 117 (1951).
210. Wiesmann, R. und Gasser, R.: Untersuchungen über die Leitung von Pyrazoxon in der Pflanze mit Hilfe von radioaktivem Phosphor. — Verh. Schweiz. Natforsch. Ges. **133**, 97 (1953).
211. Wirth, W.: Zur Pharmakologie der Phosphorsäureester. Diäthylthiophosphorsäureester des Aethylthioglykol („Systox-Wirkstoff"). — Arch. exper. Path. u. Pharmacol. **217**, 144 (1953).
211a. Wolfenbarger, D. O.: „Systox" ein systemisches Insektizid zur Bekämpfung der Ananasspinnmilbe. — Höfchen-Briefe **7**, 96 (1954).
212. Young, M. T. and Gaines, R. C.: Control of Insects and Spider Mites on Cotton in 1952. — J. Econ. Ent. **46**, 693 (1953).
213. Zattler, F.: Versuche mit Systox und anderen innertherapeutischen Mitteln gegen Rote Spinnmilben und Blattläuse bei Hopfen. — Höfchen-Briefe **4**, 131 (1951).
214. Zeid, M. M. I. and Cutkomp, L. K.: Effects Associated with Toxicity and Plant Translocation of Three Phosphate Insecticides. — J. Econ. Ent. **44**, 898 (1951).

Über den Einfluß von Kälteperioden auf die 2,4-D-Wirkung beim Hafer.

Von B. Rademacher
Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim.

Mit 3 Abbildungen.

Zu den unangenehmen Begleiterscheinungen bei der Verwendung wuchsstoffhaltiger Herbizide gehört das gelegentliche Auftreten von Getreideschäden, auch wenn die Anwendung in der vorgeschriebenen Menge und im richtigen Stadium des Getreides (nach Abschluß der Bestockung) geschah. Solche Fälle scheinen vor allem bei der 2,4-D und unter den Getreidearten besonders beim Hafer vorzukommen. Sie wurden merkwürdigerweise hauptsächlich aus Norddeutschland bekannt (so besonders 1952), nicht dagegen aus Süddeutschland. In den Zusammenstellungen von insgesamt 1143 Wuchsstoffversuchen zu Getreide in den beiden süddeutschen Ländern Bayern (Hinke) und Württemberg (Warmbrunn) ist kein einziger derartiger Fall verzeichnet. Hiermit stimmt in auffallender Weise überein, daß in Skandinavien und Dänemark die 2,4-D schon früh durch die MCP verdrängt wurde, während sie im Süden, z. B. Italien, bis heute noch den Markt beherrscht, weil keine Veranlassung besteht, von ihrer Verwendung abzugehen.

Von den mutmaßlichen Ursachen solcher Schäden, die an anderer Stelle erörtert wurden (5), schien der Faktor Witterung, vor allem die Temperatur von besonderer Wichtigkeit zu sein. Es wurde daher 1953 versucht, die Zu-

Tabelle 1. Gefäßversuche zur Frage des Einflusses

Gruppen	Temp.-Gruppe	Tag der Behandlung mit 1,5 kg/ha 2,4-D-Na	Zustand bei Behandlung
1	Wärme	Kontrolle (ohne Behandlung)	3-Blattstadium, vorwiegend 2 Bestockungstriebe, durchschnittliche Pflanzenhöhe 10 cm
2	Wärme	18. 5. 1953	3-Blattstadium, vorwiegend 2 Bestockungstriebe, durchschnittliche Pflanzenhöhe 10 cm
3	Wärme	21. 5. 1953	0–2 Bestockungstriebe mit je 2–3 Blättern bis 10 cm lang. ∅ Pflanzenhöhe 17 cm
4	Wärme	24. 5. 1953	0–2 Bestockungstriebe mit je 2–3 Blättern bis 10 cm lang, Höhe 20–25 cm
5	Kälte	Kontrolle	3-Blattstadium, vorwiegend 2 Bestockungstriebe, durchschnittliche Pflanzenhöhe 10 cm
6	Kälte	vor Kälte 18. 5. 1953	3-Blattstadium, vorwiegend 2 Bestockungstriebe, durchschnittliche Pflanzenhöhe 10 cm
7	Kälte	Anfang Kälte 19. 5. 1953	3-Blattstadium, vorwiegend 2 Bestockungstriebe, durchschnittliche Pflanzenhöhe 10 cm
8	Kälte	Mitte Kälte 21. 5. 1953	3-Blattstadium, vorwiegend 2 Bestockungstriebe, durchschnittliche Pflanzenhöhe 10 cm
9	Kälte	Ende Kälte 22. 5. 1953	0–2 Bestockungstriebe mit je 1–2 Blättern bis 7 cm lang. ∅ Pflanzenhöhe 11 cm
10	Kälte	nach Kälte 24. 5. 1953	0–2 Bestockungstriebe mit je 1–2 Blättern bis 7 cm lang. ∅ Pflanzenhöhe 11 cm

sammenhänge zwischen dem Auftreten von Spätfrostperioden und Schäden bei Wuchsstoffanwendung näher zu klären. Der Feldversuch ist hierbei nur bedingt geeignet, da stets unsicher bleibt, ob und in welchen Wuchsstadien Spätfröste auftreten. Daher wurde das Hauptgewicht auf einen Gefäßversuch mit Behandlung in der Kältekammer gelegt, obwohl auch hier die Einrichtungen des Instituts keine genaue Abstimmung der differierenden Temperaturen auf jeweils gleiche Wuchsstadien zuließen.

Der Versuch wurde in 40 Mitscherlichgefäßen mit 10 verschiedenen Behandlungen zu je 4 Wiederholungen mit der als 2,4-D-empfindlich bekannten Hafersorte Carstens VII (Original) durchgeführt.

Boden: 2 Teile Lehm, 2 Teile Kompost, 1 Teil Sand.
Düngung: Je Gefäß 3,43 g NH_4NO_3, 2,78 g K_2SO_4, 0,25 g NaCl zusammen in 100 cm^3 H_2O gegeben; 6,7 g Thomasmehl am 23. 4. 1953.
Einsaat am: 24. 4. 1953.
Auflauf am: 2. 5. 1953.

Die Gefäße standen zunächst gemeinsam im Freien, aber frostgeschützt, und entwickelten sich einwandfrei. Fritschäden konnten durch alle 3 Tage wiederholtes Einstäuben mit DDT (Gesarol 50) trotz der späten Saatzeit vermieden werden.

Vom 18. 5. 1953 ab wurden die Gefäße einer unterschiedlichen Temperatureinwirkung unterworfen, bei deren Beginn die Pflanzen einheitlich im Anfang der Bestockung standen. Die Gruppen 1–4 blieben weiter im Freien und machten die damals sehr wuchsgünstigen Temperaturen mit. Die Gruppen 5 bis 10 kamen in eine doppelt verglaste Gewächshausabteilung, wo sie bestimmten Kältetemperaturen ausgesetzt wurden. Der Temperaturgang wurde dabei einer der üblichen Mai-Nachtfrostperioden angeglichen und zwar derart, daß am

von Frösten auf die Wirkung von 2,4-D bei Hafer.

Auftreten der Deformationen			Verbin-sung	Zus.-gezogene Rispen	Durchschnittserträge in Gramm je Gefäß			
Ährchen gesamt	i. Durchschn. davon stärk. Grad.	Blattverschmälerung[1])			gesamt	± m	Korn	± m
0,75	0,00	keine	keine	keine	109,9	1,810	55,3	1,561
3,50	2,25	70%	einzeln	einzeln	109,2	2,635	53,1	1,331
11,75	4,00	50%	keine	wenig	110,8	2,045	56,6	1,119
26,00	9,00	60%	keine	wenig	108,4	1,506	54,0	1,079
1,00	0,00	keine	keine	keine	109,8	0,752	54,4	1,112
6,75	2,75	90%	einzeln	die meisten Rispen leicht zusammengezogen	109,4	2,753	53,9	1,205
8,00	3,75	95%	mehrfach		105,8	1,610	49,5	0,610
9,00	3,50	90%	einzeln		108,8	1,712	52,7	0,642
7,00	4,25	85%	einzeln		105,9	1,932	50,4	0,839
16,25	7,50	85%	einzeln	stärker	107,0	1,258	49,5	0,951

[1]) Ältere und mittlere Blätter.

ersten Tag bei fallenden Temperaturen noch kein Frost, dann vier bis —5° C abfallende und wieder nachlassende Nachtfröste gegeben wurden. Nach einem

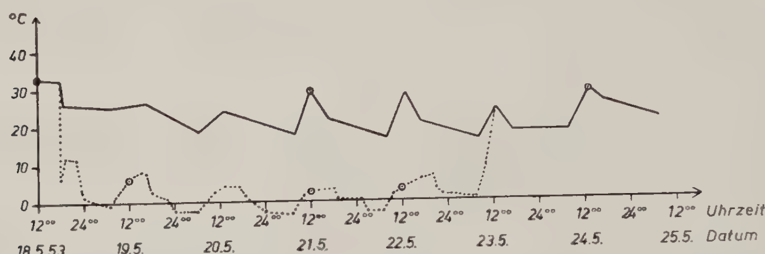


Abb. 1. Temperatur für die bei normaler Wärme (ausgezogene Linie, oben) und die in der Kühlkammer (punktierte Linie, unten) gehaltenen Vegetationsgefässe. Die eingezeichneten Kreise bedeuten die Termine der 2,4-D=Spritzungen.

weiteren Tag ohne Nachtfrost bei allmählich steigenden Temperaturen kamen die 24 Gefäße der „Kältegruppen" wieder zu den „Wärmegruppen" zurück und wurden dann bis zur Ernte völlig gleich behandelt. Der Temperaturgang für beide Abteilungen ist in Abbildung 1 dargestellt.

Bei den starken Temperaturunterschieden ließen sich hohe Wachstumsdifferenzen in den beiden Abteilungen „Wärme" und „Kälte" nicht vermeiden. Wie Abbildung 2 zeigt, waren sie am Ende der sehr differenten Temperaturanwendung trotz der kurzen Zeit von 6 Tagen sehr krass. Die „Kälteabteilung" holte jedoch die „Wärmeabteilung" in kurzer Zeit ein, so daß bei der Ernte keinerlei Unterschiede in der Korn- und Strohproduktion feststellbar waren (Tabelle 1).

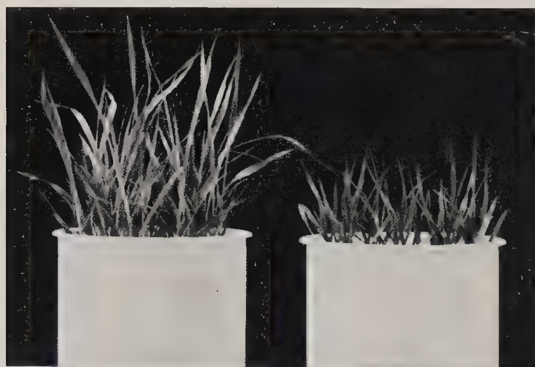


Abb. 2. Wachstumsunterschiede zwischen unbehandelten Gefäßen der „Wärmegruppe" (links) und der „Kältegruppe" (rechts) nach Abschluß der sechstägigen Kälteeinwirkung.

Es soll nicht verschwiegen werden, daß außer den Temperaturdifferenzen auch solche in der Belichtung bestanden, was sich aber leider nicht vermeiden ließ.

Als Herbizid wurde das Na-Salz der 2,4-D gewählt in der leichten Überdosierung von 1,5 kg/ha, um auf jeden Fall Effekte zu erzielen. Die Anwendung geschah mittels „Fixativspritze" zu fünf verschiedenen Zeiten bei den „Kälteabteilungen" und parallel dazu in 3 Zeiten bei den „Wärmeabteilungen". In jeder Abteilung blieb eine Gruppe als „Wärme"- bzw. „Kälte"-Kontrolle unbehandelt.

Im Laufe der Vegetation wurden etwaige Deformationen festgestellt und mehrfach ausgezählt, nach der Reife die Ernteergebnisse ermittelt. Alle notwendigen Einzelheiten bringt Tabelle 1.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind recht aufschlußreich. Was zunächst die Abteilung „Wärme" anbelangt, so waren während der Vegetation verschiedenartige Deformationen der Blätter, Rispen und Ährchen festzustellen. In der am 18. 5. 1953 behandelten Gruppe trat in geringem Maße die wiederholt beschriebene „Verbinsung" der Blätter auf, die darauf beruht, daß die Blattspreiten nur schmal ausgebildet werden und die Blattränder in den Knospenanlagen zusammenwachsen. Als abgeschwächte Form der „Verbinsung" trat bei allen behandelten Gruppen eine Verschmälerung der Blattspreiten und ein teilweises Zusammenwachsen der Blattränder an der Blattspitze („Kahnspitze") zu Tage. Die Rispen waren überall leicht zusammengezogen. Auffallend war der bei den späteren Behandlungen stark steigende Anteil an deformierten Ährchen, insbesondere Doppelährchen usw. Trotz dieses unverkennbaren Einflusses der 2,4-D ergab die Ertragsfeststellung weder beim Stroh noch beim Korn deutliche Einbußen. Eine solche ist allenfalls bei der Behandlung zu Beginn der Bestockung am 18. 5. 1953, die auch die stärksten Blatt-, aber die geringsten Ährchendeformationen gezeitigt hatte, im Kornertrag erkennbar. Es ist also festzustellen, daß nach 2,4-D-Behandlung beim Hafer auftretende Deformationen verschiedenster Art nicht zu Ertragsrückgängen führen müssen.

In allen, zeitweise der Kälte ausgesetzten Gruppen waren die Blattdeformationen deutlich stärker ausgeprägt als in den dazugehörigen „Wärmekontrollen". Die durchschnittliche Zahl der Ährchendeformationen war dagegen mit Ausnahme der ersten Behandlung bei Bestockungsbeginn nicht höher, sondern eher geringer als in den Wärmegruppen. Diese Unterschiede hängen wahrscheinlich mit den unterschiedlichen Wuchsstadien des Hafers in beiden Gruppen zusammen. Schon früher konnte ich darauf hinweisen, daß 2,4-D-Behandlung vor der Bestockung zu Deformationen der Blätter, während der Bestockung dagegen zu solchen der Rispen führt (Rademacher, 3).

Während also die bei Wärme behandelten Gruppen trotz teilweiser Deformation keine Ertragsschäden aufwiesen, sind diese in den der Kälte ausgesetzten Gruppen unverkennbar. Bei Behandlung vor Beginn der Kälteperiode (18. 5. 1953) tritt praktisch keine Schädigung des Kornertrags ein. Diese war deutlich am höchsten bei den Gruppen, welche zu Beginn, gegen Ende und unmittelbar nach der Kälteperiode behandelt waren (bis 9%). Die geringste Schädigung zeigte interessanterweise die Behandlung in der Mitte der Kälteperiode (21. 5. 1953). Es ist also klar erwiesen, daß bei Hafer 2,4-D-Behandlung während und unmittelbar nach einer Nachtfrost- bzw. Kälteperiode gegenüber in normalen Temperaturen wachsenden Pflanzen zu Ertragsschäden führt. Die Tatsache, daß die inmitten der Kälteperiode (am 21. 5. 1953) behandelte Gruppe die geringsten Schäden aufweist, läßt die Frage auftauchen, ob die Schäden vielleicht weniger bei tiefen Temperaturen an sich, als beim Zusammentreffen der Behandlung mit der Umschaltung von warmer auf kalte oder von kalter auf warme Witterung auftreten (doppelte Belastung). Darüber müßten jedoch erst weitere Versuche Klarheit schaffen.

Die Ergebnisse dieses Gefäßversuches wurden durch einen Feldversuch mit Hafer im gleichen Jahr 1953 bestätigt. Dieser Versuch diente gleichzeitig der Untersuchung der unterschiedlichen Wirkung von 2,4-D und MCP (2-Methyl-4-chlor-Phenoxyessigsäure), beide als Triäthanolaminsalz gegeben, auf zwei verschiedene Hafersorten (Hohenheimer V und Carstens VII).

Der Versuch wurde in sechsfacher Wiederholung nach der Methode des lateinischen Quadrates angelegt. Die Aussaat erfolgte auf dem schweren Lehmboden des

Versuchsfeldes am 18. 3. 1953. Leider lief infolge Trockenheit nur ein Teil der Saat ab 1. 4. 1953 auf, der Rest erst Mitte April nach neuen Niederschlägen. Infolgedessen befand sich der Hafer bei den nachfolgenden Behandlungen in zwei verschiedenen Wuchsstadien.

Die Behandlungen erfolgten am 25. 4. 1953 und 11. 5. 1953 mit je 1,5 kg/ha U 46 Fluid (2,4-D) und U 46 M Fluid (MCP) zu folgenden Wuchsstadien bei beiden Sorten:

1. Behandlung 25. 4. 1953 („vorzeitig“)	Frühauflauf	1–2 Bestockungstriebe
	Spätauflauf	2–4 Blätter, vor Bestockung.
2. Behandlung 11. 5. 1953 („rechtzeitig“)	Frühauflauf	2 Bestockungstriebe
	Spätauflauf	4 Blätter und 1. Bestockungstrieb.

Witterung bei der Behandlung:

1. Behandlung am 25. 4. 1953: NW-Wind, sonnig, trocken, warm (20–25° C). Letzter Niederschlag vor der Behandlung am 16. 4. 1953 mit 5,4 mm. Erster Niederschlag nach der Behandlung am 28. 4. 1953 mit 3,8 mm.
2. Behandlung am 11. 5. 1953: Vorher kalt und regnerisch. Nachtfrost vom 10. zum 11. 5. 1953. Bei Behandlung leichter NO-Wind, sonnig, wolkig (13° C). Letzter Niederschlag vor Behandlung am 10. 5. 1953 mit 5,3 mm, erster Niederschlag nach der Behandlung am 15. 5. 1953 mit 6,8 mm.

Tabelle 2 bringt zur besseren Übersicht die Tages-Minima und -Maxima (Luft in 2 m Höhe) in der Zeit vom 20. 4. bis 20. 5. 1953. Sie zeigt insbesondere, daß die Behandlung am 11. 5. 1953 in eine Periode von Nachtfrösten fiel und zwar auf den kältesten Tag.

Tabelle 2

Temperaturen in Hohenheim vom 20. 4. bis 20. 5. 1953

Datum	Maximum ° C	Minimum ° C	Mittel ° C	Minimum am Boden ° C
20. 4. 1953	18,9	6,7	12,5	1,1
21. 4. 1953	18,0	4,4	11,3	— 0,4
22. 4. 1953	19,2	4,1	12,2	— 2,1
23. 4. 1953	20,3	4,4	13,3	— 1,1
24. 4. 1953	20,5	5,1	12,6	0,4
25. 4. 1953	18,7	7,8	12,7	3,0
26. 4. 1953	19,5	5,4	13,8	1,3
27. 4. 1953	20,3	6,8	12,7	2,1
28. 4. 1953	14,9	6,1	8,7	7,0
29. 4. 1953	11,5	4,0	6,4	0,1
30. 4. 1953	16,9	4,6	11,0	1,8
1. 5. 1953	21,1	4,7	14,4	0,5
2. 5. 1953	21,5	7,3	15,6	2,6
3. 5. 1953	21,5	9,6	16,1	5,0
4. 5. 1953	22,1	8,3	15,8	3,1
5. 5. 1953	18,0	6,1	13,1	3,5
6. 5. 1953	12,6	7,2	9,0	8,1
7. 5. 1953	8,0	2,9	5,6	4,8
8. 5. 1953	10,6	3,8	5,5	2,0
9. 5. 1953	11,3	3,8	7,2	1,9
10. 5. 1953	7,5	1,3	3,4	0,5
11. 5. 1953	12,8	— 2,2	6,0	— 4,6
12. 5. 1953	14,6	0,2	6,9	— 2,4
13. 5. 1953	15,6	2,1	10,4	— 1,5
14. 5. 1953	14,9	3,2	10,6	0,0
15. 5. 1953	20,4	7,7	14,6	5,6
16. 5. 1953	27,8	8,1	19,7	5,2
17. 5. 1953	27,0	12,8	20,1	8,6
18. 5. 1953	30,0	12,7	21,7	9,0
19. 5. 1953	29,2	15,7	20,6	12,6
20. 5. 1953	25,0	13,6	20,8	11,0

Mit Ausnahme des ungleichen Auflaufs verlief die Vegetation ohne Störungen und Schäden. Allerdings stand die Sorte Carstens VII etwas lückiger als Hohenheimer V. Die Parzellen wurden unkrautfrei gehalten, um die herbizide Wirkung der Mittel auszuschließen. Während der Vegetation bis zur Ernte hin zeigten sich bei keiner der beiden Sorten und bei keiner Behandlung Deformationen irgendwelcher Art. Auch Wuchsunterschiede waren nicht zu erkennen. Um so überraschender waren daher die Ergebnisse der am 20. 7. 1953 durchgeführten Ernte, welche in Tabelle 3 näher aufgeführt sind.

Tabelle 3. Wirkung einer 2,4-D- und MCP-Behandlung zweier Hafersorten bei frostfreier Witterung und bei Frostnächten

Gruppe Nr.	Behandlung mit	am	Witterung	Carstens VII		Hohenheimer V	
				Kornertrag dz/ha	Rel. Ertrag	Kornertrag dz/ha	relat. Ertrag
1	unbehandelt			31,1	100,0	29,6	100,0
2	2,4-D (Amin)	25. 4. 1953	ohne Frost	32,4	104,1	30,1	101,7
3	2,4-D (Amin)	**11. 5. 1953**	Frost	26,3	**84,7**	26,2	**88,5**
4	MCP (Amin)	25. 4. 1953	ohne Frost	30,1	98,8	31,1	105,0
5	MCP (Amin)	**11. 5. 1953**	Frost	31,7	**102,0**	29,8	**100,7**
6	DNC (Raphatox)	25. 4. 1953	ohne Frost	32,5	104,5	29,7	100,3

t-Werte bei Carstens VII (links) und Hohenheimer V (rechts)

Vergleich der Versuchsglieder	t-Werte		P bei 20 Freiheitsgraden		Sicherung	
1/2	1,03	0,72	33,0	49,0	ng	ng
1/3	3,71	4,92	0,15	< 0,10	gg	sgg
1/4	0,80	2,17	43,1	4,0	ng	g
1/5	0,48	0,28	62,2	76,6	ng	ng
1/6	1,13	0,14	28,5	92,0	ng	ng
2/3	4,9	4,92	< 0,10	< 0,10	sgg	sgg
2/4	1,8	1,52	8,7	14,9	ng	ng
2/5	0,5	0,43	62,2	69,2	ng	ng
2/6	0,96	0,57	37,8	55,6	ng	ng
3/4	2,8	7,05	1,1	< 0,10	g	sgg
3/5	4,3	5,10	< 0,10	< 0,10	sgg	sgg
3/6	4,84	5,07	< 0,10	< 0,10	sgg	sgg
4/5	1,3	1,88	21,0	8,7	ng	ng
4/6	1,88	2,02	7,2	6,0	ng	ng
5/6	0,63	0,14	55,6	92,0	ng	ng

ng = nicht gesichert, gg = gut gesichert, sgg = sehr gut gesichert

Die 2,4-D-Behandlung während der Frostperiode hat bei beiden Hafersorten erhebliche Ertragsdrückungen verursacht, während bei MCP-Anwendung zur Zeit der Fröste keine ernstlichen Schäden feststellbar waren. Dagegen hat die Behandlung bei frostfreier Witterung am 25. 4. 1953, obwohl sie stadienmäßig zu früh lag, weder bei 2,4-D noch bei MCP Schäden hinterlassen.

Die Ergebnisse sind gut gesichert. Die größere Gefährlichkeit der 2,4-D gegenüber MCP bei Frostperioden tritt klar zutage. Der Ertragsabfall beträgt bei Hohenheimer V 11,5%, bei dem offenbar noch empfindlicheren Hafer Carstens VII 15,3%. Im übrigen sind weder bei 2,4-D noch

bei MCP trotz des teilweise verfrühten Termins (25. 4. 1953) und der Überdosierung um 50% Schäden festzustellen. Auch die Anwendung von DNC (Raphatox) bringt keinen Ertragsrückgang. Der Feldversuch bestätigt damit die Ergebnisse der Gefäßversuche über die Gefährlichkeit der 2,4-D-Anwendung zu Hafer bei Kälterückschlägen.

Eine weitere Bestätigung dieses Ergebnisses bilden die sorgfältigen statistischen Erhebungen von Hanf (1), welcher die Zusammenhänge zwischen den Meldungen über Getreideschäden durch 2,4-D-Mittel und der Witterung im Spätfrostjahr 1953 in Norddeutschland untersuchte. Er konnte feststellen, daß Meldungen über Schäden am Getreide (besonders Hafer) durch 2,4-D-Behandlung nur aus solchen Gebieten vorlagen, die am 20. und 21. 5. 1953 — während der Behandlungszeit — Bodenfröste zu verzeichnen hatten (Abb. 3). Auch nach Hanf wurden die Schäden vornehmlich bei 2,4-D (gegenüber MCP) und bei Hafer beobachtet.

Abb. 3. Karte von Nordwestdeutschland. Eingetragen Wetterstationen mit Angabe der minimalen Lufttemperaturen am 20. und 21. 5. 1953. Schraffiert: Gebiete mit Lufttemperaturen um 0° C., also Bodenfrösten bis etwa —3°; gestrichelte Linie: Gebiet mit Bodentemperaturen um 0°. + = Orte, aus denen Meldungen über Herbizidschäden vorliegen (nach Hanf).

Damit sind die engen Zusammenhänge zwischen auftretenden 2,4-D-Schäden am Getreide (Hafer) und Frösten zur Zeit der Behandlung von verschiedenen Seiten klar erwiesen.

Die Ursachen dieser Abhängigkeit sollen an dieser Stelle noch nicht erörtert werden. Hier sind noch weitere Untersuchungen nötig.

Zusammenfassung

Die Arbeit wurde veranlaßt durch wiederholte Klagen, besonders aus Norddeutschland, über Schäden durch Anwendung von 2,4-D-Mitteln bei der Unkrautbekämpfung vor allem im Hafer. Zur Klärung wurde zunächst ein Gefäßversuch durchgeführt, bei welchem die als 2,4-D-empfindlich bekannte Hafersorte Carstens VII zu verschiedenen Zeiten mit 1,5 kg/ha 2,4-D-Na behandelt wurde. Dabei wurde ein Teil der Gefäße bei normalen Temperaturen gehalten, während der andere Teil einer fünftägigen Nachfrostperiode in der Kältekammer unterworfen wurde (Abb. 1, Tabelle 1). Gleichzeitig wurde noch ein Feldversuch mit 2 Hafersorten angelegt, der am 25. 4. 1953 bei normaler Frühjahrswitterung und am 11. 5. 1953 nach einer Nacht mit —4,6° C Boden-

frost mit je 1,5 kg/ha eines 2,4-D-Amin- und eines MCPA-Mittels behandelt wurde (Tabelle 2 und 3). Die Ergebnisse beider Versuche sind übereinstimmend folgende:

1. Findet eine 2,4-D-Behandlung zur Zeit der Bestockung des Hafers während oder unmittelbar nach einer Nachtfrostperiode statt, so kommt es zu Ertragsschäden (in den vorliegenden Versuchen 9–15%). MCPA-Behandlung verursachte diese Schäden nicht.
2. Trotz Auftretens von Blatt- und Ährchendeformationen infolge 2,4-D-Einwirkung kann der Ertrag des Hafers unbeeinträchtigt sein. Auf der anderen Seite kommen starke Ertragseinbußen auch ohne jegliches Auftreten äußerlicher Deformationen vor.
3. Es wird auf die bemerkenswerte Tatsache hingewiesen, daß die 2,4-D-Schäden regional begrenzt auftreten, wobei die Grenze mitten durch Deutschland geht. In Skandinavien, Dänemark und Norddeutschland Verdrängung der 2,4-D durch die MCP, in Süddeutschland und Italien keine Meldungen über 2,4-D-Schäden.

Diese Feststellungen werden durch statistische Erhebungen von Hanf über das Auftreten von 2,4-D-Schäden an Hafer im an Spätfrösten reichen Frühjahr 1953 in Norddeutschland gestützt (Abb. 3).

Summary

The impulse to write this essay was given by repeated complaints coming from the north of Germany, where especially oat-fields showed great damages when weeds had been destroyed by 2,4-D preservatives. At first an experiment in vases was made: Carstens VII, a specimen of oats known for its susceptibility against 2,4-D was treated at different times with 1,5 kg/ha 2,4-D-Na. One part of the vases was kept under normal temperatures, whereas another was exposed to night-frosts for a period of five days. For that purpose the vases had been put in a special cabin, where the thermometer went down to zero and deeper (Fig. 1, Tab. 1). At the same time two different kinds of oats were used when an experiment was made in the open field. On the 25th of April, when the spring-weather was quite a normal one, and on the 11th of May, after night when the temperatures near the ground had been —4,6° C, those fields were treated with 1,5 kg/ha of a 2,4-D Amin- and of a MCPA-preservative (Fig. 2 and 3). The corresponding results of the two experiments are the following:

1. If oats, that already begin to show stems, are sprinkled with 2,4-D during or immediately after a period of night-frosts, this kind of treatment is injourious to the crop (9–15% at the experiments in question). By a treatment with MCPA such damages were not caused.
2. In spite of the deformations of leaves and ears, that had been caused by a 2,4-D treatment, the yield was not reduced. On the other hand may occur great losses where exterior deformations cannot be stated.
3. We point out the remarkable fact that those 2,4-D damages are confined to certain regions, the line of demarcation running through the heart of Germany. In Scandinavia, Denmark, and North-Germany we state that 2,4-D is replaced by MCP; in South-Germany and Italy no 2,4-D damages have become known.

These statements become more evident still by statistics made by Mr. Hanf concerning 2,4-D damages in North-Germany in spring 1953 which was rich in night-frosts (Fig. 3).

Literatur

1. Hanf, M.: Sollen wir Wuchsstoffmittel zur Unkrautbekämpfung im Getreide anwenden? — Mitt. Deutsch. Landw. Ges. **68**, 505–506, 1953.
2. Hinke, Fr.: Ergebnisse der im Jahre 1952 in Bayern mit ERP-Mitteln durchgeführten Maßnahmen zur Intensivierung der Unkrautbekämpfung im Getreide und Grünland. — Pflanzenschutz **5**, 29–34, 1953.

3. Rademacher, B.: Der heutige Stand der Unkrautbekämpfung mit chemischen Mitteln. — Aus: Unkrautbekämpfung, herausgeg. vom Bundesministerium für Ernährung, Landw. und Forsten, Frankfurt a. M., S. 10–16, 1952.
4. — — Erfahrungen über die Fortentwicklung des Gebrauchs herbizider Wuchsstoffe. — Gesunde Pflanzen **4**, 281–286, 1952.
5. — — Klarheit über Unkrautbekämpfungsmittel. — Deutsch. Landw. Presse **76**, 102–103, 1953.
6. Warmbrunn, K.: Die chemischen Unkrautbekämpfungsmittel im Getreide. — Württ. Wochenbl. f. Landwirtschaft **119**, 314, 1952.
7. — — Erfahrungen aus den Unkrautbekämpfungsversuchen mit ERP-Mitteln im Jahre 1952. — Württ. Wochenbl. f. Landwirtschaft **120**, 362–363, 1953.

Berichte.

Die mit * gekennzeichneten Arbeiten waren nur im Referat zugänglich.

I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes.

Balogh, J.: Grundzüge der Zoozönologie. 248 S. Budapest 1953. Ungarisch und deutsch.

Das Buch gibt auf äußerst knappem Raum eine ausgezeichnete Übersicht über den heutigen Stand der zoozönologischen Forschung. Es geht dabei nicht einfach referierend vor, sondern repräsentiert die Stellungnahme des Autors zu den Grundbegriffen und zu den wichtigsten Problemen der Biozönotik und Ökologie. Da der Verf. einen sehr guten Überblick über den Stand der ökologischen Forschung einschließlich der modernen russischen Literatur besitzt und selbst in Ungarn auf diesem Gebiete führend tätig ist, gehört die Arbeit zu den interessantesten, die einschlägig in den letzten Jahren erschienen sind. Der erste Teil der Schrift setzt sich mit den Grundbegriffen der Biozönotik auseinander. Wenn Balogh entschieden dafür eintritt, daß Phyto- und Zoozönosen zusammengehören und gemeinsam zu studieren sind, kann man ihm nur zustimmen, wobei man freilich nicht verkennen darf, daß auch die vollständige Erfassung der Zoozönosen allein die Kräfte eines einzelnen Forschers weit übersteigt. Die biozönotische Grundeinheit ist nach Balogh die Soziation. Sie wird als eine stabile Biozönöse definiert, „in welcher jede einzelne Synusie eine im wesentlichen homogene Artenzusammensetzung aufweist, d. h. zumindest in jeder Schicht konstante Dominanten besitzt". Die Fundierung der biozönotischen Einheiten auf der Dominanz ist erstaunlich, da doch Tuomikoski schon im Jahre 1942 mit unübertrefflicher Klarheit dargetan hat, daß es unmöglich ist, verschiedene Arten wie mathematische Einheiten miteinander zu vergleichen. Diese sind einander gleich und daher mathematisch komparabel, jene nicht, vor allem weil sie spezifische, grundverschiedene Leistungen aufweisen.

Das gesamte ökologische Begriffsgebäude Baloghs ist dessen ungeachtet auf mathematischen Vergleich ausgerichtet, denn das letzte Ziel der ökologischen und biozönotischen Forschung liegt für ihn in der Erfassung der produktionsbiologischen Probleme, die im wesentlichen chemisch- physikalisch als Umlauf von Masse (Substanz) und Energie gesehen werden. Daß produktionsbiologische Probleme nur durch Erfassung sowohl der pflanzlichen als auch der tierischen Substanz zu lösen sind, ist dafür maßgebend, daß Balogh für die unbedingte gemeinsame Erfassung von Phyto- und Zoozönosen eintritt; derselbe Grund ist dafür entscheidend, daß er der Dominanz so großes Gewicht beimißt. Er unterscheidet zwei sehr verschiedene Dominanzbegriffe, die „individuelle Dominanz" und die „Gewichtsdominanz". Die erstere bringt das Verhältnis der Individuenzahl einer Art zur Gesamtindividuenzahl aller Arten einer Biozönose zum Ausdruck, die andere drückt aus, wie hoch der Prozentsatz ist, mit dem das Gewicht aller Individuen einer Art am Gesamtgewicht aller Organismen der betreffenden Lebensgemeinschaft Anteil hat. Zu diesen Größen kommt eine dritte, die Gewichtsdichte (Produktion). Sie drückt die Gesamtdichte aus, mit der eine Art oder Lebensformengruppe in der Flächen- oder Raumeinheit der untersuchten Zoozönose durchschnittlich vertreten ist. Wie sich mit den Größen der Gewichtsdominanz und Gewichtsdichte, wenn man sie als den tatsächlichen Ausdruck der in den Biozönosen vorliegenden Verhältnisse anerkennt, der Anteil der einzelnen Arten an der Stoffproduktion

einer Lebensgemeinschaft ausdrücken läßt, so stellt die von Macfadyan definierte „Aktivität" ein Maß für die von einer Art oder Lebensformengruppe in der Flächen- oder Raumeinheit gespeicherte Energie dar. Balogh mißt ihr daher größte Bedeutung bei, wenngleich er darauf hinweist, daß die zu ihrer Erfassung erforderlichen Meßmethoden sich erst in Ausarbeitung befinden. Da eine produktionsbiologische Auswertung der pro Flächen- oder Raumeinheit gewonnenen Gewichts- und Energiewerte nur möglich ist, wenn die Verteilung der Tierarten innerhalb der Gesamtbiozönose einigermaßen homogen ist, kommt der Diskussion der Konstanz, mit welcher die einzelnen Arten innerhalb von Probeflächen bestimmter Größe auftreten, in Baloghs Darstellung breiter Raum zu. Auch die Frage der Mindestgröße der zu untersuchenden Probeflächen wird eingehend diskutiert. Besondere Bedeutung kommt jenem Teile des Buches zu, der den produktionsbiologischen Problemen im engeren Sinne gewidmet ist. Balogh geht dabei von der Tatsache aus, daß innerhalb einer Biozönose nicht bloß ein Stoff- sondern auch ein Energieumsatz stattfindet. Er weist, wie schon andere Autoren vor ihm, darauf hin, daß die Substanz innerhalb einer Nahrungskette im Laufe einer Vegetationsperiode unter Umständen oftmals umgesetzt wird, während die Energie die Biozönose nur einmal durchläuft. Der Messung des Energieumlaufes kommt daher die größere produktionsbiologische Bedeutung zu. Die im Laufe der Photosynthese in das System eintretenden Stoffe „saturieren sich mit Energie". Der so gespeicherte Vorrat an potentieller Energie versorgt dann die ganze Lebensgemeinschaft mit Energie, die im Stoffumsatz langsam wieder in Strahlungsenergie verwandelt und so aus dem System wieder entfernt wird. An diesem Energiekreislauf sind einige wenige dominierende Arten führend beteiligt. Daraus wird die Folgerung gezogen, daß die Aufmerksamkeit immer auf die Konstanten und Dominanten mit großer Individuenzahl gerichtet werden müsse, da diese zugleich auch ein annäherndes Bild vom Stoff- und Energieumsatz der ganzen Biozönose vermitteln. Entsprechend der produktionsbiologischen Einstellung werden im vierten Teil, der den Methoden der zoozönologischen Feldaufnahme gewidmet ist, ausschließlich die quantitativen Sammelmethoden behandelt. Wenn man auch die Ansichten nicht immer zu teilen vermag, so muß man doch bei Würdigung der Arbeit als Ganzem feststellen, daß der Verf. das in einer nahezu uferlos gewordenen Literatur verstreute ökologisch-biozönotische Tatsachenmaterial mit Berücksichtigung vieler Details unter einem Gesichtspunkte überaus konsequent zusammengefaßt hat und daß seine Darstellung darum zu einer Auseinandersetzung mit den ökologischen Grundproblemen in einem solchen Maße anregt, wie dies bisher nur wenige ökologische Arbeiten getan haben. Franz (Wien).

Arbeitsgemeinschaft am Naturhistorischen Museum in Budapest: Die Organismenwelt von Bátorliget (Bátorliget Élővilága). (Ungarisch, mit deutscher Zusammenfassung.) Herausgegeben von V. Székessy. 486 S., 4 Taf. Budapest 1953.

Das Buch stellt eine monographische Bearbeitung der Organismenwelt von Bátorliget dar, ein Naturschutzgebiet. Es liegt in Nordostungarn ungefähr 15 km südöstlich der Gemeinde Nysabátor. Von den um die Jahrhundertwende dort in großer Ausdehnung vorhandenen Sümpfen, Sumpfwiesen, Auwäldern und trockenen Eichenwäldern sind zur Zeit nur noch 50–100 ha in annähernd ursprünglichem Zustande erhalten. Daß dieses Gebiet, welches eine Vorstellung von der ursprünglichen Beschaffenheit großer Teile der Großen Ungarischen Tiefebene vermittelt, nunmehr eine eingehende naturwissenschaftliche Darstellung erfahren hat, stellt ein großes Verdienst der Arbeitsgemeinschaft und des Herausgebers dar. Nach einem Überblick über die Pflanzenwelt und Beschreibung der Flora, getrennt nach den großen systematischen Gruppen, wird die Tierwelt besprochen. Auf dem kleinen Areal wurden nicht weniger als 4672 Spezies, davon 197 erstmalig für Ungarn, nachgewiesen. Den Abschluß der Arbeit bildet ein Bericht über die pollenanalytische Untersuchung eines Bodenprofiles bis 250 cm Tiefe aus der Mitte des Bátorligeter Moores. Das erbohrte Material enthielt aber nur bis 160 cm Tiefe in für die Untersuchung ausreichender Menge Pollen. Das Diagramm beginnt mit einer absoluten Vorherrschaft von *Pinus*-Pollen (85%) und weist zwischen 140 und 150 cm eine Sedimentationslücke auf. Die von V. Székessy gegebene deutsche Zusammenfassung (S. 455–486) enthält unter anderem die wörtliche Übersetzung der Neubeschreibung aller neuentdeckten Arten und Rassen, darunter 2 Chilopodenrassen, 1 Diplopodenrasse, 2 Arten und 4 Varietäten von Coleopteren, 1 Braconidenart, 4 Proctotrupidenarten, 1 Macrolepidopterenart, 1 Art und 1 Rasse von Microlepidopteren und 1 Wanzenform. Franz (Wien).

Tischler, W.: Eignung der Kulturlandschaft für experimentell-synökologische Forschung. — Biol. Zbl. **73,** 297–304, 1954.

Verf. knüpft an die Art und Weise an, wie die Entwicklungsphysiologie zu ihren Ergebnissen auf experimentellem Wege gekommen ist und prüft dieselben Möglichkeiten in bezug auf die Synökologie der Kulturlandschaft. 1. Können Defekte (Ausfälle) in der Lebensgemeinschaft veranlaßt werden durch chemische Schädlingsbekämpfung, durch Entfernung des Unkrautes, Mähen, Beweidung usw., und hat man die Reaktion der Tierwelt darauf beobachtet bzw. experimentell herbeigeführt. Im allgemeinen stellt sich nach chemischer Bekämpfung der ursprüngliche Zustand schnell wieder her. Der Gebrauch der Fräse dagegen verringert das Leben im Boden stark. Andere Untersuchungen betreffen die Folgen der Überbeweidung und des Mähens. 2. Kann das Schicksal isolierter Teile einer Lebensgemeinschaft Gegenstand der Untersuchung sein, aber naturgemäß nur im Labor. G. Gause hat hierzu viel beigetragen. 3. Können Bestandteile eines Holocöns („Ökosystems" sagt Tischler, aber auch die einzelne Art, sogar das Individuum, mit der Umwelt ist ein „Ökosystem") vertauscht worden, z. B. kann untersucht werden das Gedeihen bestimmter Biotypen auf verschiedenen Böden und in verschiedenem Klima. 4. Können neue Teile einem Holocön eingefügt sein oder experimentell eingefügt werden, insbesondere Adventivarten oder z. B. bestimmte Düngerarten, etwa Stallmist, und der daraufhin einsetzende Ablauf verfolgt werden. Gerade die Kulturlandschaft also ist in diesen Hinsichten zu ökologischen Untersuchungen geeignet. Friederichs (Göttingen).

Zeitschrift für angewandte Zoologie. Herausgegeben von H. Kemper. Verlag Duncker & Humblot, Berlin. Jährlich 4 Hefte, etwa DM 100.—.

Nach längerer Unterbrechung erscheint jetzt wieder die „Zeitschrift für hygienische Zoologie und Schädlingsbekämpfung" in neuem Gewand. Sie hat, wie ihr neuer Titel zeigt, ihren Aufgabenkreis erweitert, indem sie die wissenschaftlichen, insbesondere die biologischen Grundlagen darstellen will, die es ermöglichen, Schäden durch Tiere zu vermeiden oder zu beheben und den Nutzen, den der Mensch von den Tieren hat, zu steigern. Nach wie vor werden die hygienisch wichtigen Tiere im Vordergrund stehen, aber auch Vorrats- und Materialschädlinge sowie Fragen der angewandten Hydro-Zoologie, der angewandten Bodenzoologie, der nutzbaren und nützlichen Tiere, sollen besondere Beachtung finden. Arbeiten über Pflanzenschädlinge dagegen sollen, da für sie verschiedene andere Zeitschriften zur Verfügung stehen, nur gelegentlich aufgenommen werden. Diesem Programm entsprechend bringt das erste Heft (S. 1–112) Aufsätze über „Tierische Schädlinge der Wasserwerkspraxis" von H. Beger, „Stoffwechselversuche an Wildratten und Goldhamstern" von J. Hentschel, „Ergebnisse einer parasitologischen Inlandexpedition und Bemerkungen zur ökologich-biologischen Schädlingsforschung" von A. Hase, „Stand und Problematik der ökologischen Erforschung des Hausbockkäfers" von K. Schuch und „Über das Verhalten pflanzenfressender Schnecken zu unseren wirtschaftlich wichtigen Gräsern" von E. Frömming und H. P. Plate. Erfreulich ist, daß auch die Geschichte der angewandten Zoologie gepflegt werden soll, womit ein Aufsatz von B. Harms über „Das älteste Lehrbuch der Schädlingskunde" den Anfang macht. Hervorzuheben ist der große Referatenteil (S. 91–110), in dem außer Buchbesprechungen auch sehr ausführliche Referate über einschägige Arbeiten aus Zeitschriften gebracht werden. Druck und Ausstattung sind gut. Die Zeitschrift ist geeignet, eine Verbindung zwischen Wissenschaft und Praxis herzustellen. Möge ihr diese Aufgabe nicht durch den — leider — sehr hohen Bezugspreis zu sehr erschwert werden! Weidner (Hamburg).

McKay, R.: Tomato diseases. Dublin, At the sign of the three candles. 107 S., 87 Abb. auf 43 Tafeln, 1949.

Ein Buch für praktische Bedürfnisse. Es erfüllt sie ausgezeichnet, wenn auch mit der Einschränkung, daß es ausgesprochen für das atlantische Klima Irlands und damit überwiegend für den Tomatenbau unter Glas geschrieben worden ist. Offenbar stammt fast alles, was darin steht, aus der eigenen Erfahrung des Verf.; das ist sein erster großer Vorzug. Dann: es ist übersichtlich und in einfacher, klarer Sprache abgefaßt. In seiner Einteilung erscheint es dem Ref. insofern als sehr nützlich und modern, als den nichtparasitären Krankheiten und den Virosen ein weiter Raum gegönnt ist. Die Virosen sind in ein etwas anderes System gebracht, als wir es heute tun; angesichts der noch nicht genügenden Klärung dieses Gebietes, zumal vor 5 Jahren, läßt sich dagegen nichts einwenden. Abgesehen von

den Nematodenschäden, die in der englisch geschriebenen Literatur zu den Krankheiten zählen, sind auch Schäden durch die Rollassel (*Armadillidium vulgare*) und durch Tausendfüßler (*Scutigerella immaculata*) aus der Reihe der tierischen Schädlinge berücksichtigt. Die Krankheiten, denen der meiste Raum gewidmet ist, und die demnach in Irland wohl die größte Bedeutung haben, sind die Umfallkrankheiten, Braunfleckenkrankheit (*Cladosporium fulvum*), Wurzelfäule durch *Colletotrichum atramentarium* (einen Pilz, der sonst durchaus als sekundärer Parasit betrachtet wird — Ref.) und Welke durch *Verticillium albo-atrum*. Angeschlossen sind „Allgemeine Bemerkungen" darüber, wie man zu einem gesunden Tomatenbestand kommt, eine Darstellung, die sehr nützlich und praktisch ist, und die sich nur der wirkliche Kenner leisten kann. Der Druck ist weit und gut lesbar, die Abbildungen sind meist zweitklassige Reproduktionen erstklassiger Originalphotographien.
Bremer (Neuß).

IV. Pflanzen als Schaderreger

B. Pilze

Fuchs, W. H. & Kotte, E.: Zur Kenntnis der Resistenz von *Solanum tuberosum* gegen *Phytophthora infestans* de By. — Naturwiss. **41**, 169–170, 1954.

Die Resistenz von Knollen der Sorte Aquila gegen *Phytophthora*-Rasse A wurde durch verschiedene Narkotika und Fermentgifte in bestimmten Konzentrationsbereichen aufgehoben. Am wirksamsten erwiesen sich Natriumacid und Phenylurethan (Peroxydasen und Polyphenyloxydasen hemmend), Thioharnstoff am unwirksamsten. Blockierung der kupferhaltigen Fermente (durch P-Nitrophenol und Natriumdiäthyldithiocarbamat) verringerte die Resistenz der Knollen stärker als Hemmung der eisenhaltigen Fermente (durch Kupferron). Bei Kombination der Gifte wurde Wirkungssteigerung gegenüber den einzelnen Komponenten beobachtet.
Orth (Neuß-Lauvenburg).

Priston, R. & Gallegly, M. E.: Leaf penetration by *Phytophthora infestans*. — Phytopathology **44**, 81–86, 1954.

Histologische Studien an Blättern einer gegen *Phytophthora infestans* Rasse A anfälligen Kartoffelsorte (Cobbler), einer resistenten Sorte (Kennebec) und einer resistenten Tomatensorte (Wisconsin 55) ergaben, daß die Zoospore vor dem Eindringen in das Blatt ein Appressorium bildet; das Plasma der Spore wandert durch den Keimschlauch in das Appressorium. An der Unterseite des Appressoriums entsteht ein winziger Infektionsfleck, wo das Primärmyzel in die epidermalen Zellen eindringt. Dieser nach 2 Stunden beendete Infektions-Vorgang verläuft in gleicher Weise bei anfälligen und resistenten Wirtspflanzen. Eindringen des Primärmyzels durch die Spaltöffnungen wurde beobachtet, aber direkte epidermale Infektion sowohl der Blattober- wie -unterseite war häufiger. Im Blatt der resistenten Sorte beschränkte sich die Ausbreitung des Primärmyzels auf die ursprünglich infizierten Zellen, deren benachbarte nach 48 bzw. 72 Stunden abstarben. Zur gleichen Zeit löste sich das Primärmyzel, wahrscheinlich unter Einwirkung toxischer Substanzen, auf.
Orth (Neuß-Lauvenburg).

Hoffmann, G. M.: Beiträge zur physiologischen Spezialisierung des Erregers des Kartoffelschorfes *Streptomyces scabies* (Thaxt.) Waksman and Henrici. — Phytop. Zschr. **21**, 221–228, 1954.

Hoffmann, G. M.: Die Schorfresistenzprüfung im Freiland, ihre Möglichkeiten und ihre Anwendung. — Der Züchter, **24**, 11–17, 1954.

Ausgehend von 243 Isolierungen wurde *Streptomyces scabies* mit Hilfe des Magermilch- (nach Taylor and Decker) und des Sojabohnen-Testes (nach Hooker) als Haupterreger des Kartoffelschorfes ermittelt; das Vorkommen anderer Schorferreger wird jedoch nicht bezweifelt. Morphologische und physiologische Untersuchungen verschiedener Herkünfte ergaben, daß Unterschiede nur bei physiologischen Reaktionen — Hydrolyse von Stärke, Bildung von Tyrosinase und proteolytischen Fermenten, Reduktion von Nitrat und Bildung von Indol — bestanden. Die Ausnutzung organischer und anorganischer Stickstoffverbindungen und von Kohlenstoffquellen war bei einzelnen Herkünften so charakteristisch, daß sie beinahe zur Artenanalyse herangezogen werden konnte. Auf komplexen Nährstoffmedien verwischten sich die Unterschiede. Die p_H-Grenze für Keimung und

Wachstum lag bei 4,8–5,0. Innerhalb des Bereiches von pH 5,0–5,4 traten deutliche Keimungs- und Wachstumsunterschiede zwischen den einzelnen Isolierungen auf.

Die Pathogenität von *Streptomyces scabies* wurde unter Verwendung von „L-Töpfen" nachgewiesen. In einem Sortiment von 9 bzw. 10 Kartoffelsorten wurden Ackersegen und Frühnudel in Übereinstimmung mit Ergebnissen langjähriger Feldversuche am geringsten befallen. Die Infektionsmethode scheint zur Vorselektion auf Schorfresistenz in der Kartoffelzüchtung geeignet.

Orth (Neuß-Lauvenburg).

Schönbrunn, R.: Sporulierende Reinkulturen von *Phytophthora infestans* auf Agarnährböden. — Nachr. Bl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst (Berlin) **8**, 34–35, 1954.

Für die Kultur von *Phyophthora infestans* eignet sich am besten Kartoffelstengelsaft-Agar, während Nährböden aus Extrakten von Blättern und ganzen Stauden weniger gute Ergebnisse lieferten. Sporangienbildung war nach 4 Passagen auf Stengelsaft-Agar ebenso stark wie auf Knollenflächen; Virulenz des Mycels konnte noch nach 12 Wochen nachgewiesen werden. Orth (Neuß-Lauvenburg).

Fuchs, W. H.: Einige Beobachtungen über die Pickelbildung (Tüpfelfleckigkeit) der Kartoffel. — Nachr.Bl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig) **6**, 75–76, 1954.

An ausgemieteten Saatkartoffeln wurde die für Deutschland seltene *Oospora pustulans* als Erreger einer Tüpfelfleckigkeit der Knollenschale isoliert und ihre Pathogenität nachgewiesen. Auflaufschäden traten nicht in Erscheinung, so daß die im Auslande gegen *Oospora pustulans* empfohlene Beizung der Saatkartoffeln vorläufig in Deutschland noch überflüssig erscheint. Orth (Neuß-Lauvenburg).

D. Unkräuter

Fischnich, O. & Pätzold, C.: Entwicklungsbeeinflussung der Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) durch Maleinsäurehydrazid. — Beitr. z. Biol. d. Pflanzen **30**, 327–342, 1954.

Verff. berichten über 3jährige Versuche mit Maleinsäurehydrazid (MH) zur Steigerung der sonst geringen Haltbarkeit von Topinamburknollen. Durch Spritzung der Pflanzen zu verschiedenen Zeitpunkten mit MH-Konzentrationen von 0,001–0,8% wurden außer der zu erwartenden Wachstumshemmung auch formative Wirkungen an ober- und unterirdischen Teilen der Pflanzen festgestellt. Zu geeigneter Zeit im Herbst durchgeführte Pflanzenbehandlung führte zu einer weitgehenden Keimhemmung der Knollen im folgenden Jahr, welche sich oft über die ganze Vegetationszeit ausdehnte. Linden (Ingelheim).

Fischnich, O. & Pätzold, C.: Wachstums- und Entwicklungsbeeinflussung der Kartoffel durch den Hemmstoff Maleinsäurehydrazid. — Angew. Botanik **28**, 41–52, 1954.

Beschrieben werden die Wirkungen von MH auf die Kartoffel. Bei Behandlung älterer Pflanzen wird der Ertrag kaum oder nicht ungünstig beeinflußt und führt zu weitgehender Keimhemmung der Knollen im Lager. Nach Ergebnissen erster Fütterungsversuche hat MH wahrscheinlich keine Giftwirkung.

Linden (Ingelheim).

Altona, R. E. & Mentz, N. J.: Weed control in maize-lands with weedkillers. — South African Journ. Sci. **49**, 340–343, 1953.

Verff. berichten über Versuche mit 2,4-D und MCPA zur Unkrautbekämpfung in Mais vor dem Auflaufen im Zusammenhang mit Kulturmaßnahmen und bringen in Tabellen die statistisch ausgewerteten Erträge. Diese „Blindspritzung" vernichtet Unkräuter einschließlich keimender Gräser für einen Monat, danach hat mindestens ein mechanischer Arbeitsgang zu folgen. Eine einzige von 12 untersuchten Sorten zeigte durch die Behandlung gegenüber nur mechanischer Unkrautbekämpfung verminderte Erträge. Der 2,4-D scheint im Hinblick auf mildere Wirkung der Vorzug zu gebühren. Linden (Ingelheim).

***Balcells, R. E.:** Datos sobre parásitos de *Heliotropium europaeum* L. en Barcelona. —Publ.Inst.Biol. apl. **11**, 125–139, 1952. (Ref.: Rev. appl. Ent. (A) **42**, 32.)

Im Rahmen der Vorarbeiten zur biologischen Bekämpfung des vom Mittelmeergebiet nach Australien eingeschleppten Weideunkrautes *H. europaeum* wurden

Insektenarten untersucht, die von dieser Pflanze leben. Die beiden wichtigsten, bei Barcelona vorkommenden spezifischen *Heliotropium*-Fresser sind die Pentatomide *Carpocoris pudicus fuscispinus* (Boh.) und die Halticine *Longitarsus albineus* Foud. Erstere frißt an den Blüten, letztere an den Blättern. Von beiden Arten werden bionomische Daten und Einzelheiten zur Morphologie mitgeteilt.

Franz (Darmstadt).

V. Tiere als Schaderreger

D. Insekten und andere Gliedertiere

Pickett, A. D. & Patterson, N. A.: The influence of spray programs on the fauna of apple orchards in Nova Scotia. IV. A review. — Canad. Entom. **85**, 472—478, 1953.

Ausgehend von der Erfahrung, daß eine unbedachte Verwendung von Chemikalien im obstbaulichen Pflanzenschutz zu Rückschlägen führt und immer neue Aufwendungen nötig macht, haben die Verf. in langjährigen Untersuchungen die Möglichkeiten geprüft, in den Apfelplantagen von Nova Scotia (Kanada) das Wirken der natürlichen Gegenkräfte zu nutzen und dadurch mit einem minimalen Mittelverbrauch auszukommen. Hierbei wurden die durch Fungizide und Insektizide verursachten Änderungen der Arthropodenfauna verfolgt und darauf aufbauend für die wichtigsten Schädlinge neue Bekämpfungsmethoden entwickelt. Folgende Beispiele aus diesem bedeutsamen Bericht seien angeführt: Die Austernschildlaus (*Lepidosaphes ulmi* [L.]) läßt sich schnell zurückdrängen, wenn man bei der Schorfbekämpfung Schwefel durch Kupfer ersetzt. Die Rote Spinne (*Metatetranychus ulmi* [Koch]) wird durch über 30 Feindarten in Schach gehalten, die vor allem dem DDT und Schwefel erliegen. Die Verwendung von Nikotin oder Arsen gegen Insekten und von Kupfer oder Glyoxalidin gegen Pilze vermeidet stärkere Schäden. Der Apfelwickler (*Carpocapsa pomonella* [L.]) kann mit Hilfe seiner natürlichen Feinde wie der räuberischen Thripse *Haplothrips faurei* Hood und *Leptothrips mali* (Fitch.) kurz gehalten werden, wenn man statt Schwefel Kupfermittel spritz. Organische Fungizide vermindern die Wirksamkeit des entomophagen Pilzes *Beauveria globulifera* (Speg.) Picard. Parasitische Schlupfwespen werden durch Bleiarsenat, DDT und Parathion geschädigt. In 5 Versuchsanlagen, in denen 5–13 Jahre lang nach den neuen Spritzplänen gearbeitet wurde, sank der Befall durch Apfelwickler auf 5–15% der Früchte. Neue selektive Mittel (z. B. „Ryania“) und verbesserte Spritzfolgen bewährten sich. Der Übergang vom intensiven zum möglichst sparsamen Spritzprogramm kann nur allmählich geschehen. Umfassende Anwendung von systemischen Giften vermag die aus Pflanzensaugern bestehende Reservenahrung der wichtigsten polyphagen Räuber so nachhaltig zu vernichten, daß diesen Gegenkräften die Lebensbedingungen entzogen werden.

Franz (Darmstadt).

Flanders, S. E.: Simplified method for the study of interacting host-parasite populations. — Ecology **35**, 292–293, 1954.

Der Verf. beschreibt eine Versuchsanordnung zum exakten Studium der gegenseitigen Beziehungen zwischen Wirt (Eier von *Sitotroga cerealella* [Oliv.]) und Parasit (*Trichogramma* sp.). Das Wesentliche ist ein Käfig aus 2 Glasplatten in geringem Abstand, auf dessen Boden die Motteneier gleichmäßig verteilt aufgeklebt sind und in den eine bestimmte Zahl *Trichogramma* eingesetzt wird. Der Parasitierungsgrad und die Verteilung der parasitierten Eier kann wegen der Durchsichtigkeit der Wände leicht bestimmt werden; es läßt sich mit genau bekannten Bevölkerungsziffern arbeiten. Von den vorläufigen Ergebnissen sei erwähnt, daß die Suche der Parasiten zufallsbedingt ist, nicht aber die Eiablage, da belegte Eier streng gemieden werden. Franz (Darmstadt).

Möhn, E.: Eine neue zoophage Gallmückenart an Tannenläusen. — Zschr. angew. Entom. **36**, 462–468, 1954.

Aphidoletes thompsoni Möhn wird an Hand zahlreicher, genauer Messungen und 7 Abbildungen neu beschrieben. An den Terminalpapillen und der Form der Brustgräte läßt sich die Larve dieser Art von der nah verwandten *A. abietis* (Kieffer) unterscheiden. Sie lebt räuberisch an unseren beiden Tannenläusen, *Adelges* (*Dreyfusia*) *piceae* (Ratz.) und *A. nüsslini* (C. B.) und wurde zur biologischen Bekämpfung der erstgenannten Art nach Kanada gebracht. Franz (Darmstadt).

Flanders, S. E.: Fecundity of entomophagous insects under mass culture, an effect of environmental resistance. — Ecology **35**, 245–249, 1954.

Nach einer Übersicht über die besonders gut ausgearbeiteten Methoden der Massenzucht entomophager Insekten zur biologischen Schädlingsbekämpfung werden 3 Typen derartiger Zuchten unterschieden, und zwar solche mit periodischem Kontakt (Wirte nur kurzfristig geboten), mit begrenztem Kontakt (Parasiten oder Räuber kurzlebig) und mit Dauerkontakt. Die Fruchtbarkeit der Art tritt uns in 3 Formen entgegen: Als angeborene Vermehrungskraft, als tatsächlich realisierte Fruchtbarkeit, und als Zunahme der Zucht. Kulturmethoden und Fruchtbarkeit werden in ihrer gegenseitigen Beziehung diskutiert. Als Maß für die gute Handhabung der Zuchten (operational efficiency) gilt die Zahl der je Raumeinheit erzeugten Weibchen; als Maß für eine erfolgreiche Massenzucht (production efficiency) die Zahl der je Zeiteinheit produzierten Weibchen. Tatsächlich läßt sich bei gut geführten Massenzuchten 6–50% der angeborenen Vermehrungskraft als Weibchen-Fruchtbarkeit verwirklichen. Schnelles Wechseln der Wirt/Beute-Populationen und Vermeiden einer zunehmenden Männchen-Erzeugung (bei zweigeschlechtlichen Entomophagen) ist wichtig für rationelles Arbeiten. Franz (Darmstadt).

Munro, J. A.: Drafting insect „soldiers“ to war on plant parasites. — North Dakota Agric. Exp. Stat. **13**, 231–236, Repr. 173, 1951.

Ein Bericht über die Ansiedlung von importierten Parasiten in North Dakota zur biologischen Bekämpfung vom Kleerüßler *Sitona cylindricollis* Fahr. und vom Maiszünsler *Pyrausta nubilalis* (Hbn.). Gegen den Rüßler bediente man sich der Braconide *Microctonus aethiops* Nees und der Tachine *Campogaster exigua*. Auf Kleefeldern, die zur Schonung der Biozönose nicht umgepflügt wurden, konnte die erste Art wieder nachgewiesen werden. Von den gegen den Maiszünsler 1950 aus Frankreich eingeführten Schlupfwespen und Tachinen parasitierte die Ichneumonide *Horogenes punctorius* (Roman) im folgenden Jahr bereits 4,1% der Wirtsraupen. Franz (Darmstadt).

Parker, H. F., Berry, P. A. & Guido, A. S.: Host-parasite and parasite-host lists of insects reared in the South American parasite laboratory during the period 1940–1946. — In: Rev. Asoc. Ing. agron. (92), Separat 101 S., 1953.

Eine nach Wirten und Parasiten geordnete Liste der in Südamerika 1940 bis 1946 aus den verschiedensten Insektengruppen gezüchteten Schmarotzerinsekten, wertvoll bei geplanten Einfuhren von Nützlingen. Franz (Darmstadt).

Massee, A. M.: Problems arising from the use of insecticides. Effect on the balance of animal populations. — Rep. 6. Commonwealth Entom.Conf., 53–59, 1954.

An 4 Beispielen erläuterte der Verf. auf Grund eigener, 25jähriger Forschung das heute so aktuelle Thema, wie sich die chemische Bekämpfung in Obstanlagen auf das natürliche Gleichgewicht der Arthropoden-Populationen auswirkt. *Metatetranychus ulmi* wurde in England 1923 zum Schädling, als sich die Winterspritzung mit Teerölen einbürgerte. Diese Behandlung verschonte die Wintereier der Milbe, vernichtete aber deren natürliche Feinde nebst ihren Verstecken. Je mehr Spritzungen später hinzukamen (DDT, BHC, Parathion), desto gefährlicher wurde der Schaden. Neue selektive Akarizide scheinen jedoch die Lage zu bessern. — *Plesiocoris rugicollis* nahm ebenfalls in den 20er Jahren stark zu, verschwand aber wieder nach Einführung von DDT-Spritzungen. — *Tetranychus urticae* tritt seit 1929 vor allem in Essex als gefährlicher Apfelschädling auf, ganz besonders in stark mit Parathion behandelten Anlagen. — Die Apfelblutlaus (*Eriosoma lanigerum*) wird in warmen Jahren auch in England von ihrem spezifischen Parasiten *Aphelinus mali* unterdrückt. Überall, wo später DDT-Behandlungen durchgeführt werden, erliegen diese Schlupfwespen und der Blutlausschaden nimmt wieder zu. Ähnliche Beobachtungen liegen aus allen Erdteilen vor. — Zusammenfassend stellt der Verf. fest, daß wir heute zwar statt 70–80 nur noch ganz wenige wirksame Schädlinge in Obstanlagen haben, daß diese aber fast so viel Schaden anrichten, wie die vielen Arten früher. Eine genaue Kenntnis der Biozönose und eine sorgfältige Erprobung neuer Mittel in ihrer Gesamtwirkung, bevor sie in ein allgemeines Spritzprogramm neu aufgenommen werden, ist dringend notwendig. — Die Diskussion bringt zahlreiche Beispiele für unerwünschte Nebenfolgen von Insektiziden und für neue Wege, um durch geänderte Spritzpläne und -mittel die Hilfe der natürlichen Feinde zu erhalten. Franz (Darmstadt).

Huffaker, C. B., Holloway, J. K., Doutt, R. L. & Finney, G. L.: Introduction of egg parasites of the beet leafhopper. — J. econ. Entom. **47**, 785–789, 1954.

Zur biologischen Bekämpfung der aus dem Mediterrangebiet nach Kalifornien eingeschleppten Zuckerrüben-Zikade *Circulifer tenellus* (Baker) wurden seit 1951 aus dem Herkunftsgebiet des Schädlings 5 Trichogrammiden und Mymariden als Eiparasiten eingeführt. Zwei noch unbestimmte Arten der Gattung *Lymaenon* und *Polynema* konnten bisher in beschränkter Anzahl wiedergefunden werden. Bei der Wahl der Auslassungsorte wurde sorgfältig darauf geachtet, daß Wirtseier dauernd vorhanden waren. Im Insektarium erprobte man die Fähigkeit der verschiedenen Parasitenarten, in den Zikadeneiern, die in vertrocknenden Wirtspflanzen abgelegt waren, ihre Entwicklung zu vollenden. Das Projekt wird angesichts der großen wirtschaftlichen Schäden durch die eine Viruskrankheit übertragende Zikade mit erheblichem Aufwand fortgesetzt. Franz (Darmstadt).

Flanders, S. E.: A method for transferring infestations of purple scale. — J. econ. Entom. **45**, 891, 1952.

Lepidosaphes beckii (Newm.) u. a. Schildläuse, die unter dem Schild spät schlüpfende Eier ablegen, lassen sich gut auf *Citrus*-Melonen züchten. Man präpariert hierzu die Verstecke mit eiträchtigen Weibchen aus der Herkunftspflanze heraus, bringt sie in ein Säckchen feinster Gaze und legt dieses auf die neue Wirtspflanze. Werden die Poren so klein gewählt, daß nur die Erstlarven hindurchkönnen, erhält man eine gleichmäßige neue Besiedlung, zahlenmäßig regulierbar durch Weiterlegen des Beutels auf neue Wirtspflanzen. Franz (Darmstadt).

Doutt, R. L.: An evaluation of some natural enemies of the olive scale. — J. econ. Entom. **47**, 39–43, 1954.

Die erstmals 1934 in Mittelkalifornien entdeckte Schildlaus *Parlatoria oleae* (Colvée) schädigt die Kulturen von Oliven, Birnen und Steinobst erheblich. Seit 1951 laufen Versuche zur biologischen Bekämpfung der Schildlaus durch Einfuhr parasitierter Wirte aus Südeuropa, Indien und Kleinasien. Von den ausgesetzten Parasiten ist der Artenkomplex *Aphytis maculicornis* am erfolgreichsten. Die verschiedenen Herkünfte sind biologisch (ein- oder zweigeschlechtlich u. a.), aber nicht morphologisch von der Nominatform *A. maculicornis* (Masi) zu unterscheiden. Die „Persian Aphytis" ist die bestbewährte Rasse, die auf verschiedenen Versuchsflächen die Schildlauspopulation bis um 90% senken konnte. Obwohl nach Ablauf der ersten Generation die geeigneten Wirtsstadien (reife Weibchen) fehlen, halten sich den Sommer über genug *Aphytis* u. a. durch Parasitierung arteigener Männchen, um im folgenden Frühjahr wieder wirksam eingreifen zu können.
Franz (Darmstadt).

Vesey-Fitzgerald, D.: Review of the biological control of coccids on coconut palms in the Seychelles. — Bull. ent. Res. **44**, 405–413, 1953.

Verschiedene, auf den Seychelles-Inseln eingeschleppte Schildläuse an Kokospalmen wurden mit totalem, jetzt 13 Jahre andauerndem Erfolg durch einige eingeführte Coccinelliden biologisch bekämpft. Die Lebensweise der wichtigsten Arten wie z. B. *Chilocorus nigritus* (F.), die zum großen Teil aus Ostafrika und Indien stammen, wird geschildert. Zwischen Räubern und Beutetieren besteht ein Gleichgewicht, das auch gegen zufällig neu eingeschleppte Cocciden wertvoll sein dürfte. Der durch diese Bekämpfung der Kokosschädlinge erzielte Mehrertrag von Copra wird mit 100000 Pfund Sterling jährlich angegeben.
Franz (Darmstadt).

Van den Bosch, R.: *Bathyplectes curculionis* as a parasite of *Hypera brunneipennis*. — J. econ. Entom. **46**, 161–162, 1953.

Der an Klee und Luzerne schädliche Rüßler *H. brunneipennis* (Boh.) wandert gegenwärtig von Arizona nach Kalifornien ein. 1952 wurde erstmalig die Ichneumonide *B. curculionis* (Thoms.) in Südkalifornien als Parasit dieses Rüßlers nachgewiesen. Bisher war sie nur als wichtiger Schmarotzer des weiter nördlich lebenden Rüsselkäfers *Hypera variabilis* (Hbst.) bekannt. Inzwischen hat sie sich weitgehend auf den neu eingewanderten Wirt umgestellt. Es wird vorgeschlagen, die Art in andere von *H. brunneipennis* befallene Staaten der USA einzuführen.
Franz (Darmstadt).

Reeks, W. A.: The establishment of introduced parasites of the European spruce sawfly (*Diprion hercyniae* [Htg.]) (Hymenoptera: Diprionidae) in the Maritime Provinces. — Canad. J. Agric. Sci. **33**, 405–429, 1953.

Zur biologischen Bekämpfung der aus Europa eingeschleppten Fichtenblattwespe *D. hercyniae* hat man von 1934–1949 große Mengen von Parasiten nach Ostkanada eingeführt. 7 Schlupwespenarten (2 Kokon- und 5 Larvenparasiten) hielten sich. Die bekannt gewordene Verbreitung wird unter Berücksichtigung der Auslassungsorte diskutiert. Unter den Kokonparasiten behauptet sich in erster Linie *Dahlbominus fuscipennis* (Zett.) und kann als dichteabhängiger Begrenzungsfaktor angesehen werden. Von den 5 Larvenparasiten sind 4 *Exenterus*-Arten. Zwei von ihnen siedelten sich bei der anfänglich hohen Populationsdichte des Wirtes schnell an, traten aber nach der durch Verbreitung der Virusseuche bedingten Retrogradation der Blattwespe nur noch unregelmäßig auf. *Exenterus vellicatus* Cushm. und die Tachine *Drino bohemica* Mesn., beide anfänglich nur selten vorkommend, nahmen nach Rückgang der Wirtsdichte erheblich zu. *D. bohemica* belegt auch einige andere Blattwespen. Gesunde und von *D. fuscipennis* parasitierte Kokons werden von Spitzmäusen, wie Laborversuche zeigten, gleich gern angenommen. Franz (Darmstadt).

Bartlett, B. R.: Natural control of citricola sacle i n California. — J. econ. Entom. **46**, 25–28, 1953.

Die Schildlaus *Coccus pseudomagnoliarum* (Kuw.), eine der wichtigsten *Citrus*-Schädlinge in Zentralkalifornien, spielt im Süden des Landes nur eine geringe Rolle. Dort wird sie von Sommerhitze und Parasiten (*Metaphycus luteolus* [Timb.], *M. helvolus* [Comp.] u. a.) kurz gehalten. Es gelang nicht, wirksame Mengen der zweiten Art auch in Zentralkalifornien anzusiedeln, da dort nur 1 Wirtsgeneration auftritt gegenüber 2 Generationen im Süden; außerdem hemmen Staub und Ameisen die volle Entfaltung der Schlupfwespen. Eine periodische Verbreitung der *Metaphycus*-Arten scheint wirkungsvoller. Dabei ist die Nachwirkung von vorhergehenden Insektizidbehandlungen zu bedenken, über die Einzelheiten mitgeteilt werden. Franz (Darmstadt).

Michelbacher, A. E., Fullmer, O. H., Cassil, C. C. & Davis, C. S.: Waltnut aphid resistant to parathion in northern California. — J. econ. Entom. **47**, 366–367, 1954.

Für die im San-José-Tal in Kalifornien vorkommende und gegen Parathion-Staub resistent gewordene Rasse der Walnußblattlaus *Chromaphis juglandicola* (Kltb.) war die LD_{50} um das 7fache erhöht gegenüber normal empfindlichen Stämmen. Vergleichsversuche mit 25%igem Parathion (wettable powder) und 14%igem Nikotin-Trockenkonzentrat zeigten bei letzterem stärkere Sofort- und längere Dauerwirkung, da die natürlichen Feinde weiterlebten. Bei Parathion stieg der Populationsstand der Blattläuse nach der Behandlung sehr schnell wieder an. Franz (Darmstadt).

Allen, H. W.: How to use parasites against the Oriental fruit moth. — Bur. Entom. Plant Quar., U.S.D.A., EC–3, 1948.

Dieses für den praktischen Einsatz der Schlupfwespe *Macrocentrus ancylivorus* Rohw. zur biologischen Bekämpfung des Pfirsichwicklers (*Grapholitha molesta* [Busck.]) bestimmte Merkblatt enthält wichtige Angaben über die richtige Auslassungszeit, notwendige Zahl der Weibchen je Stamm und Aufbewahrung zugeschickter Tiere. Franz (Darmstadt).

Allen, H. W.: Propagation of *Horogenes molestae*, an Asiatic parasite of the Oriental fruit moth, on the potato tuberworm. — J. econ. Entom. **47**, 278–281, 1954.

Die aus Japan 1932/1937 nach USA zur biologischen Bekämpfung des Pfirsichwicklers (*Grapholitha molesta* [Busck.]) eingeführte Schlupfwespe *Horogenes molestae* (Uchida) ließ sich damals nicht ansiedeln. Neu importierte Tiere konnten an dem für Massenzuchten üblichen Ersatzwirt, *Gnorimoschema operculella* (Zell.), nur mit sehr geringem Erfolg vermehrt werden. Durch das Zusammenbringen von halben Äpfeln und Kartoffeln mit einem Gemisch der Eier des ursprünglichen und des neuen Wirtes und später durch Benetzen der Kartoffeln mit einem Ätherextrakt des Pfirsichwicklers wurde eine regelmäßige und steigende Annahme des Ersatzwirtes erreicht. Nach 39 Generationen war ein Stamm herausgezüchtet, der die Kartoffelmotte auch ohne Lockstoffe annahm. Dieses auch für künftiges Arbeiten mit Parasiten fremder Herkunft wichtige Ergebnis ermöglichte es 1952, eine Vermehrungsrate je eierlegendes Weibchen von 6,9 Weibchen/Generation zu erzielen, 24mal mehr als 1949 bei den ersten Versuchen mit Ersatzwirten ohne Lockstoffe. Franz (Darmstadt).

Bartlett, B. R.: A tactile ovipositional stimulus to culture *Macrocentrus ancylivorus* on an unnatural host. — J. econ. Entom. **46,** 525, 1953.

Die zur biologischen Bekämpfung des Pfirsichwicklers (*Grapholitha molesta* [Busck.]) bewährte Braconide *Macrocentrus ancylivorus* Rohw. sticht zur Eiablage dort zu, wo Kotkrümel oder Gespinst der Wirtsraupe vorhanden sind. Durch diese offenbar taktil bedingte Auswahl geringer Spezifität lassen sich Ersatzwirte unterschieben, z. B. *Plodia interpunctella* (Hbn.). Das dafür geeignetste Verfahren, bei dem Jungraupen in vorgebohrten Löchern angestochen werden, wird beschrieben.
Franz (Darmstadt).

Franssen, C. J. H.: Biologische bestrijding van de Sabelsprinkhaan *Sexava nubila* St. op de Talaude-eilanden. — Entom. Ber. Nederl. Entom. Verein. **15,** 99–102, 1954.

Zur biologischen Bekämpfung der Heuschrecke *S. nubila* auf den Talaud-Inseln in Indonesien wurde 1925 der Eiparasit *Leefmansia bicolor* Wat. (Encyrtidae) von Ambon (Molukken) aus eingeführt. Er hielt sich gut und parasitierte die oberirdisch abgelegten Eier des Schädlings zu 90%. Um auch die von *S. nubila* im Boden, für den Parasiten nahezu unerreichbar abgelegten Eier zu vermindern, bepflanzte man die gefährdeten Kokoskulturen mit *Centrosema pubescens* Benth. als Unterkultur. An ihr wurden dann alle Eier oberirdisch abgelegt, wodurch der Parasitierungsanteil weiter stieg.
Franz (Darmstadt).

***Cumber, R. A.:** The establishment in New Zealand of *Microphanurus basalis* Woll. (Scelionidae: Hym.), egg parasite of the green vegetable bug, *Nezara viridula* L. (Pentatomidae). — N. Z. J. Sci-Tech. **34** (B), no. 4, 267–269, 1953 — (Ref.: Rev. appl. Ent. Ser. A, **42,** 210.)

M. basalis wurde 1950 als Eiparasit zur biologischen Bekämpfung von *N. viridula* angesiedelt. Nahe dem Auslassungsort des Parasiten stieg der Prozentsatz belegter Eier 1951 und 1952 öfters auf 90%. Die Schlupfwespe wird durch Verschicken parasitierter Eipakate auf benachbarte Inseln weiter ausgebreitet.
Franz (Darmstadt).

Thomson, W. R.: Biological control work on cedar scales in Bermuda. — Rep. 6. Commonw. Entom.Conf., 89–95, 1954.

Die wesentliche bestandsbildende Holzart auf Bermuda, der Wacholder *Juniperus bermudiana*, wurde durch zwei eingeschleppte Schildlausarten (*Carulaspis visci* und *Lepidosaphes newsteadi*) bis auf geringe Reste in den Jahren 1942 bis 1954 ausgerottet. Eine seit 1947, nachdem die Insel bereits teilweise entwaldet war, einsetzende Einfuhr von etwa 1½ Millionen natürlichen Feinden in 30 bis 35 Arten führte bis 1953 wegen der extremen Witterungsbedingungen und einer unerwartet hohen Spezifität von Raubinsekten nur zur dauernden Ansiedlung von 2 Coccinelliden: *Lindorus lophanthae* und *Microweisia suturalis*. Ihnen und einer wohl mit den Schildläusen zusammen eingeführten Aphelinide (*Aspidiotiphagus lounsburyi*) ist es vermutlich zu danken, daß ein kleiner Restbestand Wacholder überlebte und Jungwuchs neuerdings besser hochkommt. Die Wirkung der genannten Schlupfwespe ließ mit abnehmender Wirtsdichte nach. Die Insellage ist entgegen der allgemeinen Ansicht nicht immer günstig für die biologische Bekämpfung: hier war eine gegen die genannten Schildläuse so empfindliche Wacholderart entstanden, daß diese bereits dem ersten Angriff erlag, bevor noch die Gegenkräfte richtig einzugreifen vermochten.
Franz (Darmstadt).

*Anonymus: Cabbage white butterfly parasites. — J. Dep. Agric. Sci. Austr. **55** (2), 68, 1951. — (Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **41,** 409.)

An 3 Orten in Südaustralien wurde 1950/1951 die aus Europa eingeführte Braconide *Apanteles rubecula* Marsh. zur biologischen Bekämpfung des Rapsweißlings (*Pieris rapae* [L.]) ausgesetzt. Trotz relativer Seltenheit des Wirtes und DDT-Rückständen siedelte sich die Art an. Wo keine chemische Bekämpfung durchgeführt worden war, nahm der Parasit schnell zu, zugleich aber auch *Plutella maculipennis* Curt. u. a. Kohlschädlinge. In Australien sind *Pteromalus puparum* (L.) und eine Braconide, vermutlich *Apanteles glomeratus* (L.), bereits zur Bekämpfung des Rapsweißlings angesiedelt.
Franz (Darmstadt).

Brunson, M. H. & Allen, H. W.: Joint use of parasites and insecticides for control of the Oriental fruit moth. — J. econ. Ent. **47,** 147–152, 1954.

In dem Bemühen, vorhandene Feinde des Pfirsichwicklers (*Grapholitha molesta* [Busck.]) zu schonen, wurden im südlichen New Jersey (USA) 5 Jahre lang

Versuche zur gemeinsamen Verwendung von Parasiten und Insektiziden zu seiner Bekämpfung durchgeführt. Gegen die ersten 2 Generationen des Wicklers ließ man die Braconide *Macrocentrus ancylivorus* Roh. aus, bis zu 6 Weibchen je Stamm. Vor der Ernte wurde dann noch 1–2mal mit DDT, Parathion, EPN oder Metacid in der üblichen Konzentration gesprüht. Die Parasiten reduzierten die Schäden — verglichen mit Kontrollplantagen ohne solche Eingriffe — um durchschnittlich 52% (für 5 Jahre) bis 64% (für letzte 3 Jahre). Jedes der angeführten Insektizide minderte den restlichen Schaden um weitere 44–83%. Unter den dort herrschenden Bedingungen läßt sich der Pfirsichwickler zufriedenstellend durch kombinierte Anwendung von Parasiten und Insektiziden bekämpfen, ohne die Kosten gegenüber mehrfachen Spritzungen zu erhöhen. Franz (Darmstadt).

Michelbacher, A. E.: Natural control of insect pests. — J. econ. Ent. **47**, 192–194, 1954.

In einem bedeutsamen „editorial" nimmt der Verf. zu der aktuellen Frage Stellung, wie sich die Daueranwendung von Insektiziden auf die natürlichen Schädlingsfeinde auswirkt. Von den vielen Beispielen seien folgende erwähnt: Immer neue Fälle, daß Insekten gegen Insektizide resistent werden, treten auf. *Lygus* zeigte DDT-Resistenz, *Chromaphis juglandicola* (Kltb.) bildete eine Parathion-resistente Rasse. Bisher harmlose Arten, wie *Lecanium pruinosum* Coq. und verschiedene Milben an Walnuß wurden zu Schädlingen, wenn durch Überdosierung von DDT die natürlichen Feinde beseitigt worden waren. Nikotin erwies sich hier als weniger gefährlich für Nützlinge und daher dort überlegen, wo Parathion-Resistenz bestand. Vorsichtige Dosierung von DDT half bei Melonenschädlingen unerwünschte Nebenfolgen zu vermeiden. — Die volle Nutzung der neuerdings entwickelten Insektengifte wird davon abhängen, ob es gelingt, die natürlichen Gegenkräfte weitgehend in die Schädlingsabwehr mit einzubeziehen.

Franz (Darmstadt).

Bartlett, B. R.: Retentive toxicity of field-weathered insecticide residues to entomophagous insects associated with *Citrus* pests in California. — J. econ. Ent. **46**, 565–569, 1953.

In kalifornischen *Citrus*-Plantagen verursachte die Anwendung von Insektiziden mit Residualwirkung die Zunahme solcher Insekten, die vorher von natürlichen Feinden in Schach gehalten worden waren. Mit drei repräsentativen Feinden von *Citrus*-Schildläusen wurden Versuche angestellt (Coccinellide *Lindorus lophanthae* [Blaisd.] und Chalcidier *Aphytis chrysomphali* [Merc.] und *Metaphycus helvolus* [Comp.]). Zweige, die mit 35 der dort üblichen Insektizide im Freiland behandelt worden waren, wurden in regelmäßigen Abständen im Laboratorium geprüft. Die schädlichsten waren in folgender Reihenfolge: DDT, Parathion, Schwefelkalk, DDD, EPN und Schwefel. Aramit und p-Chlorphenyl-p-Chlorbenzensulfonat waren praktisch ungiftig für die geprüften Nutzinsekten. Unter trocken-warmen Bedingungen waren Stäube gefährlicher als Sprühbeläge. Franz (Darmstadt).

Campbell, W. V. & Hutchins, R. E.: Toxicity of insecticides to some predaceous insects on cotton. — J. econ. Ent. **45**, 828–833, 1952.

Nach einem Überblick über das Neuauftreten von Schädlingen durch Anwendung von Insektiziden berichtet der Verf. über die Prädatorenfauna an Baumwollschädlingen in Mississippi (USA). Von den dort üblichen Insektiziden erwiesen sich ein Stereoisomer von Aldrin und eine Dieldrinverbindung als relativ harmlos gegen Nutzinsekten, während Parathion am ärgsten schadete. Hemipteren reagierten empfindlicher als Coccinelliden. Da im Juni die Nützlinge besonders zahlreich sind und ab Juli in benachbarte Maisfelder abwandern, ist zu einem späteren Termin die Insektizidanwendung weniger folgenschwer. Es wird vorgeschlagen, Mais- und Baumwollfelder benachbart anzulegen und durch Wahl später Bekämpfungstermine sowie spezifischerer Mittel die Tätigkeit der natürlichen Feinde in die Bekämpfungsmaßnahmen einzubeziehen. Franz (Darmstadt).

Vago, C.: Les possibilités de diagnostic de la polyédrie dans les cadavres de *Bombyx mori* L. en voie de décomposition. — Mikroskopie **6**, 291–294, 1951.

Polyederkranke Raupen von *B. mori* blieben nach ihrem Tod 48 Stunden bis 240 Tage bei unterschiedlichen Luftfeuchtigkeiten liegen. Je feuchter und je länger sie aufgehoben wurden, um so mehr waren die Polyeder an den Ecken abgerundet oder ihre Konturen undeutlich, bis schließlich nur noch schwer erkennbare Fragmente vorhanden waren. In den ersten 2 Wochen war an Hand der Polyeder eine

Diagnosestellung ohne weiteres und bis Ende des 5. Monats immer noch möglich. Vom 6. Monat ab wurde die Diagnostizierung zunehmend schwieriger. Bei schnell eingetrockneten oder durch Pilze (*Scopulariopsis repens* Bainier) mumifizierten Raupenkadavern ist eine Diagnose auch später noch möglich. Bei diesen Untersuchungen wurden Färbungen mit Loefflers und mit saurem Methylenblau, mit Pikrinsäure, nach Giemsa oder mit Viktoriablau zu Hilfe genommen, wobei sich letzteres durch kräftiges Anfärben der Konturen besonders bewährte.

Müller-Kögler (Darmstadt).

Drechsler, Ch.: An entomophthoraceous Tardigrade parasite producing small conidia on propulsive cells in spicate heads. — Bull. Torrey Bot. Club. **78**, 183 bis 200, 1951.

In Kulturen, welche die Wirkung von Pilzen auf Nematoden und Rhizopoden klären sollen, schaden u. U. Tardigraden. Sie (hier *Macrobiotus* sp.) können von einer Entomophthorazee befallen werden, die als *Ballocephala sphaerospora* Drechsler gen. et sp. nov. beschrieben wird. Müller-Kögler (Darmstadt).

MacLeod, D. M.: The virulence of the parasitic fungi *Beauveria* spp. — Canada Dep. Agric. Sci. Serv. Div. Forest Biol. Bi-monthly Progr. Rep. **9**, 2 (Nr. 1), 1953.

Von 63 Insektenarten verschiedener Familien wurden *B. bassiana*-Stämme isoliert. Bei individuenreichen Proben — so von *Carpocapsa pomonella* L., *Choristoneura fumiferana* Clem., *Pristiphora erichsonii* Htg. — ließ sich die Infektionsrate mit 0,5–13,1% ermitteln. Allgemein führen Laboratoriumsinfektionen mit *B. bassiana* in 6–10 Tagen zu hoher Mortalität. Dagegen brachte Ausbringen von Sporen im Freiland gegen fressende *P. erichsonii* keinen deutlichen Mortalitätsanstieg. Aussichtsreichere Resultate gab Versprühen der Sporen auf den Boden, kurz ehe die Larven sich zum Kokonspinnen herabließen. — Nach vereinzelten Berichten wurden *Beauveria*-Stämme auch von Menschen, Meerschweinchen und Nagern isoliert, wobei ihre pathogene Bedeutung größtenteils ungewiß ist. Pflanzen werden nicht befallen. Saprophytische Entwicklung findet nicht statt. Dagegen sind die morphologisch ähnlichen *Tritirachium*-Arten hauptsächlich saprophytisch.

Müller-Kögler (Darmstadt).

Dodge, B. O.: A fungus capable of parasitizing wharf-piling borers. — Bull. Torrey Bot. Club **78**, 201–205, 1951.

An Käferlarven von *Nacerda melanura* fanden sich 2 pathogene Pilze, deren einer auf Agarplatten Farbstoffbildung (schwach rosa oder purpurn) zeigte. Mycel und Konidien schneeweiß, diese 1–2,5 μ groß. Wahrscheinlich handelt es sich um *Beauveria*-Arten, evtl. *B. effusa* oder *B. globulifera*.

Müller-Kögler (Darmstadt).

Vago, M. C.: „La flacherie endémique des Cévennes" et ce qu'elle représente dans la séricículture cénevole. — Acad. d'Agric. France Seance 28. Nov. 1951, Sep. 3. S.

In gewissen Berggebieten der Sevennen tritt seit über einem Jahrhundert bei *Bombyx mori* L. endemisch und u. U. epidemisch eine Form der Flacherie auf, deren Ursache bisher unbekannt war. Der Erreger ließ sich außer in erkrankten Raupen auch in Staub und Abfällen aus alten Seidenzuchten nachweisen und zu Infektionen verwenden. In jüngeren Seidenzuchten war er nicht heimisch. Er wurde als eine Varietät von *Bacillus cereus* bestimmt. Durch entsprechende Desinfektion wird sich die Endemie eindämmen und beseitigen lassen. Müller-Kögler (Darmstadt).

Steinhaus, E. A.: Report on diagnoses of diseased insects 1944–1950. — Hilgardia **20**, 629–678, 1951.

1944–1950 wurden 575 Eingänge kranker oder toter Insekten diagnostiziert. Diese große Zahl führte dazu, daß die anfänglich unorganisierte Bearbeitung schließlich als „diagnostic service" zu einem regulären Teil der Institutsarbeit wurde. Als Erreger wurden festgestellt: Pilze 34%, Bakterien 20%, Viren 18%, Protozoen 11%, Nematoden 2%, keine Mikroorganismen 2%. Bei 7% wurde eine Diagnose nicht gegeben. Untersuchungen auf Symbiose umfaßten zusätzliche 27 — 6% Einsendungen. Auf Grund dieser Untersuchungen wurden verschiedene Erreger erstmals ermittelt und (meist bereits in anderen Veröffentlichungen) beschrieben. Als neue Mitteilungen sind hervorzuheben: insektenpathogene Polyeder- und Kapsel-Viren ließen sich im bebrüteten Hühnerei nicht züchten. In Sackbrut-kranken *Apis mellifera* L. fanden sich 60mμ große kugelige bis schwach ovale Partikel; ihr Zusammen-

hang mit der Krankheit bleibt zu klären. In 2 anderen Fällen — bei *A. mellifera* und *Cirphis unipunctata* Haw. — schien eine Viruserkrankung vorzuliegen, ohne daß der Erreger elektronenmikroskopisch darstellbar war. Von Heuschrecken — *Melanoplus* spp., *Schistocera* sp. — wurden anläßlich einer Epizootie Bakterien isoliert. Ein Vergleich zeigte Übereinstimmung mit Originalstämmen des *Coccobacillus acridiorum* d'Herelle, der aber richtiger *Aerobacter aerogenes* var. *acridiorum* (d'Herelle) Steinhaus heißen sollte. Müller-Kögler (Darmstadt).

Thompson, Cl. G. & Steinhaus, E. A.: Further Tests Using a Polyhedrosis Virus to Control the Alfalfa Caterpillar. — Hilgardia **19**, 411–445, 1950.

Im Feld fördert Bewässerung die Virusausbreitung auf niedrigen Pflanzen. Deren Wuchsstadium spielt daher im Zusammenhang mit dem Zeitpunkt der Eiablage (von *Colias philodice eurytheme* Boisduval) eine Rolle. — Für virusfreie Aufzuchten mußten die Eier 90 Min. mit 10 Gew.% Formaldehyd desinfiziert werden; sonst empfohlene Trichloressigsäure genügte nicht. Wenn Raupen gleicher Größe infiziert und bei verschiedenen Temperaturen gehalten wurden, waren sie zum Tod-Zeitpunkt doch alle ungefähr gleich groß: enge Beziehung zwischen Entwicklung des Wirtes und des Parasiten. Mit steigender Temperatur sinkt Absterbezeit. Luftfeuchtigkeit ist dagegen ohne direkten Einfluß. Gießen getopfter „Alfalfa" mit Virus — (offenbar Polyeder —, Ref.) Suspensionen ließ aufgesetzte Raupen nicht erkranken, wohl aber Einstellen abgeschnittener Pflanzen in solche Suspensionen. *Apanteles medicaginis* Muesebeck kann durch Anstechen die Krankheit übertragen und so vielleicht im Feld Infektionszentren setzen. Auch carnivore Ameisen können die Erreger verbreiten. — Polyeder sind mindestens 2 Jahre virulent; Lagerung bei Tieftemperaturen ist nicht nötig. Bei Feldversuchen genügten 5 gal./acre (46,7 l/ha) einer Suspension von 1 Million Polyeder/ccm für totale Infektion. Bei Flugzeugbesprühungen brachte gleiche Dosis, aber mit einer Konzentration von 5 Millionen Polyeder/ccm ebenso guten Erfolg. Dichtere Suspensionen — 45 Millionen Polyeder/ccm — zeitigten bei warmem Wetter eine kaum, bei kühlerem eine nur etwas bessere Wirkung. — Die Bekämpfungskosten sind wegen der hier leichten und billigen Beschaffung des Infektionsmaterials geringer als für eine chemische Bekämpfung. Schwierig ist noch die Wahl des Behandlungszeitpunktes: er muß um so zeitiger liegen, je höher die Populationsdichte ist, da Wirkung erst nach einigen Tagen einsetzt, in denen evtl. Schaden aufgetreten sein kann. In dieser Richtung sind weitere Untersuchungen nötig, ehe das Verfahren dem Praktiker in die Hand gegeben werden kann. Müller-Kögler (Darmstadt).

Bird, F. T. & Whalen, M. M.: A virus disease of the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (Geoffr.). — Canad. Entomologist **85**, 433–437, 1953.

Bei *N. sertifer* finden sich Polyeder, im Gegensatz zu den Befunden bei Lepidopterenraupen, nur in den Kernen der Verdauungszellen des Mitteldarmepithels. Die Kerne beginnen bereits 24 Stunden nach der Infektion anzuschwellen. Ihr Chromatin koaguliert, und es bilden sich die bis 1 μ groß werdenden Polyeder. Die Virusteilchen in ihnen sind 50 × 250 mμ messende Stäbchen und außerdem kugelige Partikel (Entwicklungsstadien n. Bergold). — Nach Besprühen des Futters mit einer Suspension von etwa 50 Millionen Polyeder/ccm aq. dest. starben die Larven im Laborversuch in 4–10 Tagen, ausgenommen die ausgewachsenen, zum Kokonspinnen bereiten, bei denen die Infektion offenbar nicht angeht. Larven, die zuvor 24 Std. gehungert hatten, wurden einzeln per os mit 5, 50, 500 und 5000 Polyedern in 0,5 cmm aq. dest. infiziert. Tod erfolgte hier nach 6–16 Tagen; die mittlere letale Dosis wird auf 100–500 Polyeder geschätzt. Müller-Kögler (Darmstadt).

Madel, W.: Schädlinge im Bauholz. Zusammenstellung der für die Baupraxis wichtigen tierischen Holzschädlinge. 4. erw. Aufl. Darmstadt, Otto Elsner 1952. 108 S., 117 Abb. Preis geb. DM 3.80.

Die Schrift ist in erster Linie für die „Praxis des Baufachs" gedacht und in ihrer Anlage ganz auf den Praktiker ausgerichtet. Vorangestellt ist eine kurze, aber treffende Übersicht der Schadbilder, wonach man die wichtigsten Schädlinge bzw. Schädlingsgruppen bestimmen kann. Es folgt eine reich bebilderte Beschreibung von mehr als 20 holzzerstörenden Insektenarten und einigen gelegentlichen Schädlingen. Deren Lebensweise und der Schaden, den sie anrichten, werden unter praktischen Gesichtspunkten erörtert. Bezüglich der Bekämpfung werden einige Hinweise gegeben. Der 2. Hauptteil befaßt sich mit den Bekämpfungsmaßnahmen einschließlich der vorbereitenden Arbeiten. Im 3. Teil wird kurz auf die vorbeugenden Holzschutzmaßnahmen eingegangen. Ihre Kosten werden an einigen Beispielen

erläutert. Des weiteren bringt die kleine Schrift das Verzeichnis der amtlich anerkannten Holzschutzmittel und eine Zusammenstellung der Holzschutzmittelfirmen. Abschließend werden zahlreiche Dienststellen genannt, ,,die sich mit Erforschung und Auskunfterteilung über Holzschädlinge befassen". Die für den Holz- und Baufachmann sicher wertvolle Schrift kann auch in der Hand anderer Interessenten eine Lücke ausfüllen. Schuch (Heidelberg).

Kloft, W.: Erfolgreiche Bekämpfung des zottigen Blütenkäfers *Tropinota hirta* mit Toxaphen. — Pflanzenschutz **5**, 157–158, 1954.

Dieser kleine Cetoniine frißt (nur bei Windstille und Sonnenschein) in den offenen Blüten der Stein- und Kernobstbäume in einer Weise, die zu 100%igem Ernteausfall führen kann. Da nach amerikanischen, in Deutschland bestätigten Untersuchungen Toxaphen in der vorgeschriebenen Konzentration Bienen nicht schädigt, wurde dieses als Suspension 0,7-0,8%ig, als Emulsion 5%ig, als Staub 15–20 kg/ha — mit Erfolg versucht.

Der nachdenkliche Betrachter erkennt einerseits die Zwangslage und daß andersartige Bekämpfung zur Zeit unbekannt ist. Er kann sich andererseits der Erwägung nicht entziehen, daß Spuren des Giftes und seien sich noch so winzig, im Honig sehr unsympathisch wären. Ferner gibt zu denken, daß alle blühenden Futterpflanzen des betreffenden Standortes begiftet werden müssen, denn diese Käfer fressen auch in jeder Butterblume usw. Was bleibt in der Landschaft schließlich noch unbegiftet? Das Problem ist ungefähr das gleiche wie das von *Popillia japonica* in Nordamerika, und dort werden andere Mittel mit Erfolg angewendet, die auch hier nach entsprechend modifizierten Versuchen, die allerdings ihre Zeit haben wollen, angewendet werden könnten. Friederichs (Göttingen).

VII. Sammelberichte

Report of the Rothamsted Experimental Station for 1953. — Harpenden. 227 S. 1954.

Der ausführliche Bericht der englichen Landwirtschaftlichen Versuchsstation Rothamsted für 1953 enthält u. a. folgende Angaben von besonderem phytopathologischem Interesse: Botanische Abteilung (D. J. Watson): Bei Eisenmangel zeigt nicht nur Vanadium sondern auch Mangan und Molybdän erhöhte Giftigkeit für die Pflanze. Die Wirkung auf das Wurzelsystem steigt in der Reihe Mn $<$ Mo $<$ V. Auch hohe Fe-Gaben können giftig wirken (Flachs, Erbsen). — Die erhöhte Empfindlichkeit von Tabakblättern gegen das Tomaten-Aukubamosaik-Virus nach längerem Verweilen der Versuchspflanzen in Dunkelheit geht mit einer Nitrat-Anhäufung und einer Abnahme des Trockensubstanz-Anteils in den Blättern der Versuchspflanzen parallel. Auch durch Erwärmung (37°) im Licht steigt die Infektionsanfälligkeit für das Virus, und auch in diesem Falle ist Nitrat angehäuft. Dieses Nitrat stammt aus einer Proteolyse und wird nicht von anderen Teilen der Pflanzen antransportiert. — Infektion von Rüben mit dem Vergilbungsvirus, von Tabak mit Tabak- und Aukuba-Mosaik führte zu erhöhter Transpiration der Pflanzen. Nach dem Auftreten der Symptome war die Transpiration und die Anfälligkeit gegen Welken bei vergilbungskranken Rüben herabgesetzt. — Pflanzenpathologische Abteilung (F. C. Bawden): Nach Infektion mit einem Virus nimmt die Infektionskraft des Gewebsaftes der Pflanze zunächst ab (1. Periode), dann schnell (2. P.), schließlich langsamer zu (3. P.). Da Ultraviolettbestrahlung ein Virus nur solange inaktiviert, als es auf die Epidermis beschränkt bleibt, kann man aus UV-Versuchen schließen, daß die 2. Periode erst dann beginnt, wenn das Virus aus der Epidermis in tiefere Zellagen einzudringen begonnen hat. — Bei 36° scheint die Vermehrungsfähigkeit vieler Viren, auch solcher mit hohem thermalen Tötungspunkt, sehr beschränkt zu sein. Variegate Abutilon-, mosaikkranke Gurkenpflanzen und mit Aspermie-Virus infizierte Tomatenpflanzen wurden durch Wärmebehandlung völlig vom Virus befreit. Bei Tabakmosaik-, Kartoffel-X- und Tomaten-Bronzeflecken-Virus gelang das nicht, doch war der Virusgehalt nach 14 Tagen bei 36° bedeutend geringer als bei 20°. — Nelken erwiesen sich meist als virusinfiziert, wenn auch häufig symptomlos: Die Symptome kommen dann erst bei Infektion auf Bartnelke (*Dianthus barbatus*) zum Vorschein. Es konnten dabei 4 verschiedene Viren festgestellt werden, von denen 2 sphärische Partikeln haben, über 80° inaktiviert, durch 14 Tage 36° ausgeschaltet und nicht durch Insekten übertragen werden. Die beiden anderen haben gestreckte Partikeln, werden unter 65° inaktiviert, durch Hitzebehandlung nicht ausgeschaltet und durch *Myzus persicae* über-

tragen. Eins der beiden letzteren erzeugt bei *Dianthus* keine Symptome und kann nur serologisch, elektronenmikroskopisch oder durch Chlorosebildung an älteren Blättern nach Übertragung auf Zuckerrübe sichtbar gemacht werden. – Das Kohl-Ringfleckenvirus wird von *Myzus persicae* optimal bei höchstens 2 Minuten, von *Brevicoryne brassicae* bei höchstens 30 Minuten Saugdauer übertragen. Bei längerer Saugdauer nimmt also die Bedeutung der letzteren Laus-Art als Überträger zu. *B. b.* bleibt nur 2, *M. p.* 6 Stunden nach dem Saugen infektiös. Dagegen ist die Übertragung des Blumenkohl-Mosaikvirus durch beide Überträgerarten bei längeren Saugzeiten (1 Stunde oder mehr) stärker. Die Unterschiede hängen mit den verschiedenen Sauggewohnheiten der beiden Überträger und mit der verschiedenen Verteilung der Viren in der Kohlpflanze (Ringflecken vorwiegend in der Epidermis, Blumenkohlmosaik in allen Geweben) zusammen. Durch Schutzstreifen höherer Gewächse, besonders von Gerste, ließ sich der Befall von Blumenkohlsaatbeeten mit beiden Viren niedrig halten. — *Beta maritima* ist ebenso anfällig für Infektion mit dem Vergilbungsvirus wie *B. vulgaris*, hat aber dann geringeren Virusgehalt und weniger Symptome. Verschiedene Isolate aus vergilbungskranken Rüben ergaben unterschiedliche Reaktionen; es wird noch untersucht, ob es sich um verschiedene Viren oder miteinander verwandte Stämme handelt. — Die 2malige Bespritzung von Rüben mit systemischen Insektiziden gegen Vergilbungskrankheit ist dann am wirtschaftlichsten, wenn zeitige Masseninvasion infektiöser Blattläuse erfolgt; es kommt dann zwar trotz der Behandlung zu starker Infektion, aber der Symptomausbruch wird für den Ernteerfolg entscheidend verspätet. Erfolgt die Ausbreitung der Krankheit innerhalb des Feldes durch sekundäre Infektion von wenigen früh primär infizierten Pflanzen, so ist der Erfolg der Bespritzung viel augenfälliger aber weniger wirtschaftlich. Mieten von Futterrüben ließen sich bis zum Frühjahr blattlausfrei halten, wenn diese kurz vor der Ernte mit der 3fachen Konzentration von Systox, Parathion oder Pestox 14 bespritzt wurden. Das Aufschießen der eingemieteten Zuckerrüben, das zu Infektionen führt, ließ sich durch Bespritzung der Rüben im Herbst mit 0,25–1% Maleinhydrazid stark hemmen. Von verschiedenen geprüften Unkräutern erwiesen sich *Stellaria media*, *Capsella bursa pastoris* und *Senecio vulgaris* als anfällig für Vergilbungsvirus; das Virus ließ sich von ihnen auf Rüben rückübertragen. — Die Vorwarn-Möglichkeit für den Ausbruch von *Phytophthora infestans* wird an 4 verschiedenen Stellen durch gleichzeitige meteorologische Messungen im ,,Menschen-" und ,,Pflanzenklima" untersucht. — Die Tagesperiodizität der Sporenabsonderung bei *Erysiphe graminis* ist vom Licht unabhängig. Winterweizen wurde bei einer Stickstoffdüngung im April bis Mai mehr als 3mal so stark von Mehltau befallen als bei Januardüngung. Mehltauresistente Stickstoffmangelpflanzen wurden nach Stickstoffdüngung anfällig. Sommergerste wurde umso schwerer von Mehltau befallen, je später sie gesät war. Die Dichte der Mehltausporen war innerhalb des Pflanzenbestandes stets größer als oberhalb desselben. — Das Vorkommen von Rassen bei *Plasmodiophora brassicae* wurde bestätigt. — Rübenköpfe bis sind in etwa 1 cm Tiefe resistent gegen *Botrytis*-Infektion, tiefer unten anfällig. — Nematologische Abteilung (B. G. Peters): Für die Feststellung lebender *Heterodera*-Larven im Wurzelgewebe wurde eine Methode ausgearbeitet: Bei Färbung mit Acridinorange und Untersuchung in ultraviolettem Licht fluoreszieren lebende Larven grün, tote sind rot gefärbt. — Resistenz gegen die Haferrasse von *Ditylenchus dipsaci* wurde in 1 Hafersorte, gegen die Luzernerasse in 2 Luzernesorten gefunden. — *Heterodera rostochiensis* dringt in Wurzeln von *Solanum tuberosum andigenum* ein, entwickelt sich darin meist aber nicht zur Reife. Da Wurzeldiffusat von *S. andigenum* ebenso das Schlüpfen aus Zysten stimuliert wie das von *S. tuberosum* und *S. demissum*, könnten älchenresistente *S. tuberosum* × *S. andigenum*-Kreuzungen als Fangpflanzen für Kartoffelnematoden verwendet werden. In Bekämpfungsversuchen ergaben zunehmende Konzentrationen von DD und Chlorbrompropen Steigerung der Mortalität bei *Heterodera rostochiensis*, aber nur bis über 90%; es muß also ein kleiner Teil der Zysten im Boden gegen die Gase geschützt sein. Eine derart 90% der Zysten abtötende Dosis von DD versagte völlig in lufttrockenem Boden; Zusatz von Feuchtigkeit steigerte in diesem Falle die Mortalität nicht über die in normalfeuchtem Boden. Bei jährlich einmaliger DD-Behandlung des Bodens ergab bei Probeentnahme im Frühjahr 1953 die vom Herbst 1951 + Herbst 1952 sowie die vom Herbst 1951 allein ein gutes, die vom Herbst 1952 ein schlechtes Tötungsresultat; zur Begutachtung derartiger Versuche scheint eine längere Zeitspanne nötig zu sein, als sie bisher angewandt wurde. — Abteilung Insektizide und Fungizide (C. Potter): Die Arbeiten über die Bedeutung der Partikelgröße bei Kontaktinsektiziden, über die Unterschiede und die Lokalisation der Esterasen bei verschiedenen Insektenarten werden fortgeführt. — Von

den Inhaltsstoffen des Pyrethrum-Extraktes sind Pyrethrin I, Cinerin I und Pyrethrin II die insektizid wirksamsten. Die Kontakt-, Fraß- und Atemgiftwirkung verschiedener organischer Phosphorinsektizide, die Giftigkeit und Wirkungsdauer insektizider Beläge, die Art der Selektion insektizidresistenter Insektenstämme werden untersucht. Die Bienengefährdung durch neue Insektizide wurde geprüft und dabei die Reihe Malathon > Pyrolan > Endrin > Systox > „N.C. 7" für die Fraß- und Kontaktgiftwirkung erhalten. – Bodenbehandlung mit Systox im März hält Ackerbohnen frei von *Doralis fabae* bis August und verminderte auch deutlich den Fraß von *Sitona lineata* im Mai. — Die beste Drahtwurmbekämpfung wurde mit Aldrin (1,78%, etwa 200 kg/ha) > Chlordan (5%, etwa 100 kg/ha) > HCH (3,5%, etwa 60 kg/ha) erzielt. – Entomologische Abteilung (C. B. Williams): Fänge fliegender Insekten in Saugfallen deuten auf eine lunare Periodizität. – Nördlich gerichtete Insektenwanderungen im Frühjahr und Südwanderung im Herbst wurde bei 10 Lepidopteren- (u. a. *Pieris rapae* und *Plusia gamma*) und 4 Dipteren-Arten beobachtet. — In Massenzuchten von *Plusia gamma* wurde beschleunigte Entwicklung und dunklere Färbung der Larven gegenüber Einzelzuchten beobachtet. — Junge geflügelte *Aphis fabae* sind nicht zur Koloniebildung zu veranlassen, wenn sie nicht wenigstens kurze Flüge ausgeführt haben. Nach der Geburt einer Anzahl von Larven verliert die geflügelte Mutter die Flugfähigkeit; ihre Flugmuskeln werden autolysiert. Bremer (Neuß).

VIII. Pflanzenschutz

Metcalf, R. L. & March, R. B.: Behaviour of Octamethyl Pyrophosphoramide in *Citrus* plants. — Journ. econ. Entom. **45,** 988–997, 1952.

Aufnahme und Leitung des systemischen Insektizids Oktamethylpyrophosphoramid (OMPA) wurden durch Einschaltung radioaktiven Phosphors ($OMP^{32}A$) in *Citrus*-Bäumen, die von *Paratetranychus citri* (McG.) und *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché) befallen waren, analytisch und radiographisch untersucht. Wurzeln von *Citrus*-Sämlingen nahmen OMPA in Wasserkultur fast ebenso wie H_3PO_4 auf; dabei wurde nur ein kleiner Teil von der Pflanze in alkalilösliche, chloroformunlösliche Substanzen umgewandelt. Der Transport zu den Blättern stieg schnell an und erstreckte sich über 46 Tage. Die Toxizität der Blätter war innerhalb von 12 bis 24 Stunden nachweisbar. Die Verteilung des OMPA in der Pflanze war überraschend gleichmäßig. Erhöhte insektizide Wirkung wurde erreicht, wenn OMPA durch die Rinde an der Basis der *Citrus*-Sämlinge eindrang. Bei Behandlung von einzelnen Blättern waren 50% des OMPA nach 48 Std. im Innern nachweisbar. Die zu den Nachbarblättern innerhalb 17 Tagen abwandernde Menge betrug 0,1–1%. In gespritzten Früchten wurde OMPA überwiegend in der Schale absorbiert. Im Saft waren nur sehr geringe Mengen nachweisbar.

Orth (Neuß-Lauvenburg).

Fürst, Hans: Chemie und Pflanzenschutz. — Schriftreihe des Verlages Technik, Band 36, Berlin 1952.

Das vorliegende Büchlein gibt in der Einleitung in knappester Form einen Überblick über die Aufgaben des Pflanzenschutzes, die Pflanzenschutzforschung, den Pflanzenschutzdienst, die Produktion der chemischen Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel und die verschiedenen Pflanzenschutzverfahren (Seite 1–20). Den im Pflanzenschutz tätigen Biologen und Landwirten wird der Hauptteil (S. 21–79) über die chemischen Mittel (Insektizide, Fungizide, Mittel gegen Unkräuter und Nagetiere) besonders willkommen sein. Verf. behandelt die Entwicklung der Insektizide und geht besonders auf die neuzeitlichen Insektizide (DDT, HCH, Ester usw.) ein. Man findet Angaben über die Herstellung der Präparate, über ihre chemische Konstitution, über die Anwendungsmöglichkeiten und die Toxizität. Auch im Kapitel über die Fungizide werden neben den seit Jahrzehnten bekannten Präparaten die neuen Mittel zur Saatbeize und die metallfreien Fungizide für den Obst- und Weinbau berücksichtigt. Der letzte Abschnitt (S. 80 bis 91) behandelt kurz die Pflanzenschutzgeräte und bringt die wichtigsten Typen in Abbildungen. Das Büchlein, das eine empfindliche Lücke im Schrifttum ausfüllt, sei den im Pflanzenschutz Tätigen warm empfohlen; man kann dem Verf. dankbar dafür sein, daß er es gewagt hat, trotz der stürmischen Entwicklung in der Herstellung neuer Pflanzenschutzmittel diesen Überblick zu geben.

Riehm (Berlin-Dahlem).

Beran, F.: Bienenschutz trotz Pflanzenschutz. — Der Pflanzenarzt, Wien **7**, Nr. 5, 1–2, 1954.

Verf. weist darauf hin, daß die Mehrzahl der Bienenvergiftungen durch vergifteten Nektar erfolgen. Blühende Bienen-Futterpflanzen dürfen daher nicht mit bienengiftigen Insektiziden behandelt werden. Es muß ferner Sorge getragen werden, daß beim Baumspritzen blühende Pflanzen des Unterwuchses, sowie daneben stehende blühende Bäume vom Gift nicht getroffen werden. Die Vorsichtsmaßnahmen sind zweifellos der wirksamste Bienenschutz gegen polytoxische Insektizide. (Es sollte aber auch die Anwendung bienenungefährlicher Mittel in Betracht gezogen werden. — Ref.) Schaerffenberg (Graz).

***Viel, G. & Chancogne, M.:** Etude des actions ovicides. I. Techniques d'essai. — Ann. Epiphyt. **1**, 1950, no. 3, 293–306. Paris 1951. — II. Toxicité des dinitrophénolates. — a. a. O. **2**, no. 3–4, 450–455. 1951.

Chancogne, M.: III. Influence des mouillants sur la toxicité du dinitrocrésylate de sodium. — a. a. O. **3**, no. 3, 323–328. 1952. — (Rev. appl. Ent., Ser. A, **42**, 202–203.

Die Verff. beschreiben zunächst Laboratoriumsversuche mit Oviziden für Obstbaum-Winterspritzungen. Als Versuchsobjekte benutzten sie Eier von *Ephestia kuehniella*, *Operophtera brumata* und *Aphis pomi*. Als Ovizid diente „DNC (sodium)". Die Aphiden-Eier erwiesen sich als ungeeignet für die Versuche, die Frostspanner-Eier bewährten sich am besten. Die an *Ephestia*-Eiern gewonnenen Ergebnisse gaben gute Hinweise auf die Wirkung der Mittel gegenüber den Frostspanner-Eiern. — Die Löslichkeit der Natrium-, Calzium- und Bariumsalze des DNC stieg in der angegebenen Reihenfolge. Die Lösungen hatten P_H-Werte von 6–7. Die mittlere lethale Konzentration für Tauchversuche mit *brumata*-Eiern betrug 0,14, 0,07 und etwa 0,08%. — Von 11 geprüften Netzmitteln besaß nur eines eine geringe ovizide Wirkung. Speyer (Kitzeberg).

Jensen, I. C. B.: Die Gefahr der Wirkstoffgruppenbezeichnungen. — Nachr.bl. deutsch. Pflanzenschutzdienst **6**, Ludwigsburg 1954, 139–140.

Verf. ist damit einverstanden, daß die einzelnen Präparate in Pflanzenschutzmittel-Verzeichnissen gruppenweise nach ihren wesentlichen Wirkstoffen geordnet werden. Dagegen wendet er sich gegen die Tendenz, die Präparate auch gruppenweise zu beurteilen, da der praktische Wert der zu einer Gruppe gehörenden Präparate nicht gleich sei, so daß Berater und Verbraucher zu Fehlschlüssen kommen müssen. — In einem Nachsatz erklärt die Prüfstelle für Pflanzenschutzmittel der Biolog. Bundesanst. in Braunschweig, daß im deutschen amtlichen Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis seit jeher bei den einzelnen Wirkstoffen oder Anwendungszwecken die anerkannten Präparate in alphabetischer Folge ohne weitere Unterscheidung genannt werden, so daß die vom Verf. befürchteten Gefahren hier nicht vorliegen. Speyer (Kitzeberg).

***Claborn, H. V.:** u. a.: Meat contamination from Pesticides. — Agric. Chem. **8**, no. 8, 37–39, 119, 121, 10 refs. Baltimore, 1953. — (Ref.: Rev. appl. Entom. A, Ser. **42**, 185–186.)

Da chlorierte Kohlenwasserstoffe, die zur Behandlung von Futterpflanzen benutzt worden sind, im Fleisch der hiermit gefütterten Tiere erhalten bleiben, wurden Schafe und Rinder mit bekannten Mengen der Insektizide gefüttert und dann die im Fett gespeicherten Mengen der Mittel (DDT, Methoxychlor, Toxaphen, Chlordan, BHC, Dieldrin und Aldrin) in bestimmten Zeitabschnitten festgestellt. — Methoxy-DDT gab nur unmerkliche Rückstände, Toxaphen nur sehr geringe; in ansteigender Höhe folgten DDT, Chlordan, Dieldrin, Aldrin und BHC. Die Schnelligkeit der Ausscheidung stand im direkten Verhältnis zur gespeicherten Menge. Speyer (Kitzeberg).

Thalenhorst, W.: Natürliche Kampftruppen gegen Schädlinge und ihre praktische Indienststellung und kulturelle Förderung. — Allg. Forst- u. Jagdzeitg. **125**, 77–78, 1953/1954.

Der Aufsatz bringt eine kritische Stellungnahme zu dem gleichnamigen Beitrag von H. W. Schmidt in Jg. **124**, S. 179 (1953) d. gleichen Zeitschrift. Verschiedene sachliche Fehler werden berichtigt und an zwei Beispielen aus dem Massenwechsel von Nadelholz-Blattwespen (*Gilpinia frutetorum* F. und *Pristiphora abietina* (Christ.)] erläutert, wie verschieden jeder Einzelfall gelagert sein kann und

wie das Massenauftreten des Schädlings manchmal erst das Eingreifen von Parasiten ermöglicht. Der Sache der biologischen Bekämpfung oder des Pflanzenschutzes wird nur mit gründlichen Untersuchungen gedient, nicht mit phantastischen Vorschlägen. Franz (Darmstadt).

DeBach, P.: The establishment in California of an Oriental strain of *Prospaltella perniciosi* Tower on the California red scale. — J. econ. Entom. **46**, 1103, 1953.

Zum Auffinden von Parasiten für Zwecke der biologischen Bekämpfung hat das Department of Biological Control der University of California 1949 große Mengen von Schildläusen aus China und Formosa eingeführt. Unter den in Quarantänestationen gezüchteten Schlupfwespen befanden sich auch einige von *Prospaltella perniciosi* nicht unterscheidbare Apheliniden. Die ausgesetzten Populationen haben sich seit 1949 an der kalifornischen roten Schildlaus *Aonidiella aurantii* (Mask.) gut vermehrt, trotz erheblicher Konkurrenz durch länger schon eingeführte oder periodisch neu ausgesetzte *Aphytis*-Arten. Dieser Stamm von *P. perniciosi* scheint trotz seiner Seltenheit im Herkunftsland in den USA wirkungsvoller zu werden als die häufige *Comperiella bifasciata*. Das Beispiel zeigt, wie wichtig es ist, bei Importen zur biologischen Bekämpfung alle erreichbaren natürlichen Feinde eines Schädlings einzuführen, ohne Rücksicht auf ihre gegenwärtige taxonomische Einordnung oder auf die vermutete Bedeutung im Herkunftsland. Franz (Darmstadt).

Steinegger, P.: Untersuchungen über die toxische Wirkung von Obstbaumspritzmitteln auf die Legetätigkeit bei Leghornhennen. — Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **63**, 441–444, 1954.

Verff. prüfen im Stall- und Freilandversuch die Wirkung der Spritzmittelkombination 0,3% Ultra-Schwefel Geigy, 0,1% Basudin-Spritzpulver und 0,05% Kupfer 50 Geigy auf die Legetätigkeit. Im Stallversuch wird die tägliche Körnerration in der Lösung aufgequollen gereicht, im Freilandversuch werden die Obstbäume der Ausläufe damit gespritzt. Eine Beeinflussung der Legeleistung konnte nicht nachgewiesen werden. Reich (Jork).

Schaerffenberg, B.: Biologische Gleichgewichtsstörungen im Boden und ihre Folgen. — Z. angew. Entom. **35**, 136–145, 1953.

Intensiv kultivierte Äcker sind arm an Humusbildnern (Bakterien, Enchytraeen, Nematoden, Oribatiden und Collembolen). Bei der Bodenbearbeitung werden größere Bewohner des Edaphons durch manche Geräte mechanisch vernichtet; kleinere Formen werden durch den Zusammensturz der Hohlräume betroffen. Insbesondere wird vielen Arten — und damit sekundär auch den edaphischen Zoophagen — durch die unter Umständen restlose Entnahme pflanzlicher Substanz bei der Ernte (Rübenbau!) die Existenzgrundlage entzogen. Folge sind Massenvermehrungen einseitig angepaßter Arten, z. B. phytophager Nematoden. Ihre natürlichen Gegenspieler (räuberische Nematoden, Enchytraeen und Milben sowie gewisse „nematodenfangende" Pilze) können durch künstliche Humifizierung des Bodens (Gründüngung) wieder gefördert werden und die Schädlinge zurückdrängen. Auf ähnlichem Wege (auch durch Zufuhr von Stalldung) können leichtere Böden auf einen Feuchtigkeitsgehalt gebracht werden, der den an *Melolontha*-Larven schmarotzenden Pilzen (in erster Linie *Beauveria densa*) günstige Entwicklungsmöglichkeiten bietet. Thalenhorst (Göttingen).

„Waldhygiene". Herausgeber: **Gößwald, K.** und **Bruns, H.**, Würzburg. 1, Heft 1, 32 S., 1954.

Waldhygiene steht unter dem Motto „Vorbeugen ist besser als Heilen". Sie kann nur getrieben werden auf Grund einer Kenntnis der Lebensgrundlagen des gesunden Waldes, zu der die verschiedensten wissenschaftlichen Arbeitsrichtungen sowie die Erfahrungen der Praxis ihre Beiträge zu leisten haben. Die Absicht der Herausgeber, in ihrer Zeitschrift solchen Beiträgen ein gemeinsames Forum zu schaffen, ist also sachlich durchaus begründet. Der dem ersten Heft gegebene Umfang reicht allerdings zur Aufnahme größerer Originalarbeiten noch nicht aus; eine Erweiterung ist jedoch geplant. Es muß sich erweisen, ob sowohl das laufende Angebot an Manuskripten als auch vor allem der Bezieherkreis groß genug sein werden, um das Bestehen einer Zeitschrift zu sichern, die bei aller integrierenden Tendenz doch nur ein relativ eng begrenztes Sachgebiet erfaßt. — Die im ersten Heft erschienenen Veröffentlichungen: K. Gößwald, Waldhygiene, S. 2–3. G. Augustiny, Über die wirtschaftliche Bedeutung und den Schutz unserer Fledermäuse, S. 3–6. W. Ambros, Die Rote Waldameise als vorbeugender Dauer-

schutz gegen die Nonne (*Lymantria monacha* L.), S. 6–9. H. Bruns, Neue Ergebnisse und Erkenntnisse im forstlichen Vogelschutz, S. 10–22. K. Gößwald, Über den Schutz von Nestern der Roten Waldameise, S. 23–28. K. Gößwald, Ergebnisse zum theoretischen und praktischen Schutz der Roten Waldameise, S. 29–30. Schriftenschau, S. 31–32. Thalenhorst (Göttingen).

Stobwasser, H.: Eindringvermögen von Wirkstoffnebel in ein Getreidefeld. — Anz. Schädlingskunde **27**, 177–178, 1954.

Mit einem Heißgasnebelgerät, System Jaeger, wurde ein 1,5 ha großes, reifes Weizenfeld bei Windgeschwindigkeiten von 2 bis 4 m/sec mit einem Aufwand von 0,7 kg Gamma-HCH vernebelt. In Entfernungen von 20 bis 90 m vom Gerät wurden im Feld Stöcke aufgestellt, an die je 2 Gazebeutel (30 cm über Erde und in Ährenhöhe) mit je 1 Teelöffel Weizenkörner befestigt waren. Nach der Vernebelung wurden die Weizenkörner mit Kornkäfern (je 20 Stück) getestet. Der Versuch ergab, daß bei geeigneten Wind- und Thermikverhältnissen mit Nebel eine ziemlich gleichmäßige Durchdringung eines Weizenfeldes erzielt werden kann. Die filternde Eigenschaft des Weizenfeldes war gering. Mit Eindringtiefen von 100 m und mehr ist zu rechnen. Haronska (Bonn).

Müller, R.: Arbeitszahlen für die Schädlingsbekämpfung. — Anz. für Schädlingskunde **27**, 129–134, 1954.

Auf einer großen Zahl von Arbeitsunterlagen basierend, versucht Verf., den praktischen Schädlingsbekämpfern „Arbeitszahlen" an Hand zu geben, mit deren Hilfe sie Arbeiten vorkalkulieren, überwachen, fremde Arbeiten beurteilen, Arbeitsleistungen nachprüfen und verbessern können sollen. Unter den Begriff Arbeitszahlen fallen Materialaufwand, Arbeitsstunden und Kraftfahrzeug-Kilometer. Es werden dabei jeweils sämtliche pro Projekt anfallende Aufwendungen gemeint. Zu den Arbeitsstunden zählen demnach: Vorarbeiten, An- und Abmarsch, Durchführung der eigentlichen Arbeit, Leerlauf und Abschlußarbeiten. Durch Mitteilung der erarbeiteten Grundwerte werden für folgende Arbeiten gewisse Faustzahlen bekannt gegeben, die je Fall variierend sein können: Vergasung von Innenräumen, Obstbaumwinter- und Sommerspritzung (im Streuobstbau, in Haus-, Siedler- oder Kleingärten), Nagetierbekämpfung (Köderverfahren, Fallenstellen), Fliegenbekämpfung in Stallungen und Wohnungen, Stechmückenbekämpfung im Freiland, Hausungezieferspritzungen, Unkrautbekämpfung auf nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen, Raumdesinfektion und Wohnungsüberprüfungen. Für die genannten Faustzahlen wird eine allgemeine Gültigkeit beansprucht.
Haronska (Bonn).

Leib, E.: Ist der praktische Pflanzenschutz für den landwirtschaftlichen Lohnunternehmer ein Betätigungsfeld? — Dreschen und Pflügen, **9**, Nr. 4, 2–4, 1954.

In dem Bestreben, den Pflanzenschutz noch mehr als bisher der klein- und mittelbäuerlichen Praxis zugänglich zu machen, wird die Möglichkeit des Einschaltens landwirtschaftlicher Lohnunternehmer untersucht. Zur Ausnutzung rationell arbeitender Geräte, die für Kleinbetriebe allein nicht tragbar seien, wird der Gemeinschaftspflanzenschutz empfohlen. Die fachliche Betreuung solcher Gemeinschaften wäre zweckmäßig entsprechend ausgebildeten Pflanzenschutzwarten zu übertragen, die mit den Pflanzenschutzämtern und ähnlichen landwirtschaftlichen Beratungsstellen in engem Kontakt stehen müßten. Die Bereitstellung geeigneter Geräte soll durch Eigeninitiative von Lohnunternehmern oder durch die Gemeinschaften selbst gesichert werden. Eine staatliche Förderung von Gerätegemeinschaften auf Landesebene wird, wie am Beispiel Bayerns demonstriert, für möglich gehalten. Haronska (Bonn).

Verantwortlicher Schriftleiter: Professor Dr. Hans Blunck, (22c) Pech bei Godesberg, Huppenbergstraße. Verlag: Eugen Ulmer, Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturwissenschaften, Stuttgart, z. Z. Ludwigsburg, Körnerstraße 16. Druck: Ungeheuer & Ulmer, Ludwigsburg. Erscheinungsweise monatlich einmal. Bezugspreis ab Jahrgang 1955 (Umfang 800 Seiten) jährlich DM 85.—. Die Zeitschrift kann nur jahrgangsweise abgegeben werden. Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten auf Wunsch 20 Sonderdrucke unberechnet, falls eine Bestellung spätestens bei Rückgabe des Korrekturabzuges an die Schriftleitung erfolgt. Anzeigenannahme: Ludwigsburg, Körnerstr. 16. — Postscheckkonto Stuttgart 7463.

An die Abonnenten der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“

Seit 1. 1. 1953 beträgt der Umfang der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“ jährlich 40 Druckbogen = 640 Druckseiten und der Bezugspreis vierteljährlich DM 17.— (jährlich DM 68.—).

Die Fülle des der Bearbeitung und der Veröffentlichung harrenden wertvollen Materials läßt sich auf diesem Umfang künftig nicht mehr unterbringen. Es hat sich als dringend notwendig erwiesen, ihn ab 1. 1. 1955 auf jährlich 50 Druckbogen = 800 Druckseiten zu erweitern.

Dementsprechend muß der Bezugspreis ab 1. 1. 1955 neu festgesetzt werden; er beträgt jetzt vierteljährlich DM 21.25 (jährlich DM 85.—).

Unsere Abonnenten werden es gewiß begrüßen, daß dies — auf den Druckbogen umgerechnet — keine Verteuerung bedeutet. Die in letzter Zeit eingetretene Steigerung der Herstellungskosten wurde also vom Verlag aufgefangen.

Soweit wir bis 25. 12. 1954 keinen gegenteiligen Bescheid erhalten haben, werden sämtliche bisherigen Bezieher der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“ ohne Neubestellung auch 1955 mit der Zeitschrift weiterbeliefert.

VERLAG EUGEN ULMER